



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BIOFERTILIZANTE BOVINO E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO
DO MARACUJAZEIRO AMARELO

THIAGO JARDELINO DIAS

AREIA - PB - BRASIL
NOVEMBRO – 2011

THIAGO JARDELINO DIAS

**BIOFERTILIZANTE BOVINO E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO
DO MARACUJAZEIRO AMARELO**

AREIA - PB - BRASIL

NOVEMBRO- 2011

THIAGO JARDELINO DIAS

**BIOFERTILIZANTE BOVINO E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO
DO MARACUJAZEIRO AMARELO**

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

CCA/UFPB

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

CCA/UFPB

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

CCA/UFC

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

NEAS/UFRB

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Agronomia”. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

AREIA - PB - BRASIL

NOVEMBRO - 2011

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

D541b *Dias, Thiago Jardelino.*

Biofertilizante bovino e salinidade da água de irrigação no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo. / Thiago Jardelino Dias. - Areia: UFPB/CCA, 2011.
173 f. ; il.

*Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.*

Bibliografia.
Orientador: Lourival Ferreira Cavalcante.

1. Maracujá 2. Maracujazeiro amarelo 3. Fertilização orgânica – maracujazeiro amarelo 4. Irrigação I. Cavalcante, Lourival Ferreira (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.776.3(043.2)

THIAGO JARDELINO DIAS

**BIOFERTILIZANTE BOVINO E SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
NO COMPORTAMENTO VEGETATIVO E PRODUTIVO
DO MARACUJAZEIRO AMARELO**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

CCA/UFPB

- Orientador -

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

CCA/UFPB

- Examinador -

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

CCA/UFC

- Examinador -

Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

NEAS/UFRB

- Examinador -

AREIA - PB - BRASIL

NOVEMBRO - 2011

**A meu pai celestial, Deus, por ter me dado
o presente da vida; à minha família por ter-me
proporcionado bons exemplos de vida, honestidade,
caráter, humildade e apoio para conseguir os objetivos
sonhados. À minha querida mãe Claudia de Medeiros Jardelino
e a meu admirável pai Getúlio Araújo Dias, que com muito amor se
dedicaram e se esforçaram para que eu pudesse alcançar os meus objetivos,
além de ensinarem a importância do “estudo” na vida de um homem; e a meus
irmãos, Matheus Jardelino Dias e Isabela Jardelino Dias por estarem sempre
presentes e unidos em minha vida.**

Dedico

**À minha amada esposa Maysa Mariz,
pela compreensão, dedicação, carinho e amor,
durante esse período, e a minha pequena e querida Cecília .**

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus (G.A.D.U.) por sempre me ajudar a superar os momentos de dificuldade, iluminando meus caminhos a cada amanhecer;

A Maysa, por me apoiar, incentivar e acreditar no meu potencial e, principalmente pelo seu companheirismo, nos momentos de maior dificuldade os quais passamos juntos desde 1999. Agradeço também pelos momentos felizes e pela pequena Cecília;

Meus pais, Getúlio e Claudia, por me darem a vida e, sobretudo, todos os valores que me foram passados e pelo esforço que fizeram para que eu chegasse até este ponto da minha vida;

Meus irmãos, Matheus e Isabela e a minha “grande família”, agradeço pelos laços de amizade, apoio, carinho e incentivo nos momentos necessários, por acreditarem em mim, tenham meus sinceros agradecimentos;

À família Mariz, Albuquerque e Baracho, agradeço o acolhimento, a generosidade e o carinho, proporcionando um alicerce para minhas conquistas;

A meu orientador, Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, pela orientação, confiança, amizade, incentivo e lições aprendidas (morais e educacionais);

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científica e Tecnológico) e ao INCTSal (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade), pelos recursos financeiros concedidos para o desenvolvimento do projeto de pesquisa;

Ao PPGA (Programa de Pós-Graduação em Agronomia), seus professores e funcionários, agradeço pela possibilidade de realização do curso;

Aos funcionários do Departamento de Solos e Engenharia Rural, pela amizade, auxílio nos trabalhos e convivência harmoniosa;

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação em Agronomia e à equipe LOFECA, pela amizade e companheirismo durante o período de realização do curso;

Enfim, para todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho;

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Importância da cultura do maracujá.....	4
2.2 Descrição botânica.....	5
2.3 Exigências edafoclimáticas do maracujazeiro amarelo.....	6
2.4 Salinidade.....	7
2.4.1 Origem dos sais.....	7
2.4.2 Efeitos dos sais ao solo.....	9
2.4.3 Efeitos dos sais às plantas.....	10
2.4.4 Qualidade da água para irrigação.....	13
2.4.5 Os sais na água de irrigação e o maracujazeiro.....	14
2.4.6 Classificação da água de irrigação.....	15
2.4.7 Classificação dos solos quanto aos problemas de sais.....	17
2.5 Biofertilizante bovino.....	18
2.5.1 Considerações gerais.....	18
2.5.2 Biofertilizante na agricultura.....	19
2.5.3 Biofertilizante como atenuador dos efeitos da salinidade às plantas	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Localização, clima e solo da área experimental.....	24
3.2 Preparo das mudas.....	26
3.3 Preparo e caracterização do substrato.....	27
3.4 Tratos culturais e fertilização.....	29
3.5. Delineamento experimental.....	30

3.6. Variáveis Analisadas.....	34
3.6.1. Variáveis edáficas (fertilidade, salinidade e umidade do substrato).....	34
3.6.2 Variáveis fenométricas, nutricionais e fisiológicas.....	35
3.6.3. Componentes de produção.....	37
3.7. Avaliação Estatística.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Avaliação da fertilidade do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas e biofertilização.....	39
4.1.1 Acides potencial no substrato ($H^+ + Al^{3+}$).....	39
4.1.2 Matéria orgânica no substrato.....	40
4.1.3 Fósforo no substrato.....	43
4.1.4 Potássio no substrato.....	45
4.1.5 Cálcio no substrato.....	47
4.1.6 Magnésio no substrato.....	48
4.1.7 Sódio no substrato.....	50
4.1.8 Soma de bases no substrato.....	53
4.1.9 Capacidade de troca catiônica do substrato.....	55
4.1.10 Saturação por base no substrato.....	58
4.1.11 Situação salina do substrato.....	59
4.1.12 Percentagem de sódio trocável.....	59
4.1.13 Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato.....	62
4.1.14 Potencial hidrogeniônico do extrato de saturação do substrato.....	69
4.1.15 Conclusões.....	74
4.2 Crescimento e desenvolvimento vegetativo do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em diferentes frequências de aplicação do biofertilizante.....	75
4.2.1 Crescimento em altura.....	75
4.2.2 Crescimento do caule.....	80
4.2.3 Período de poda da haste principal.....	85
4.2.4 Número de ramos produtivos.....	87

4.2.5 Comprimento dos entrenós.....	88
4.2.6 Número de botões florais.....	90
4.2.7 Conclusões.....	93
4.3 Composição mineral das folhas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em diferentes frequências de aplicação do biofertilizante.....	94
4.3.1 Nitrogênio.....	94
4.3.2 Fósforo.....	95
4.3.3 Potássio.....	96
4.3.4 Cálcio.....	98
4.3.5 Magnésio.....	99
4.3.6 Enxofre.....	100
4.3.7 Boro.....	102
4.3.8 Cobre, ferro e zinco.....	103
4.3.9 Manganês.....	105
4.3.10 Sódio.....	106
4.3.11 Relação do sódio com o potássio, cálcio e magnésio.....	108
4.3.12 Conclusões.....	110
4.4 Clorofila e carotenóides em maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas no substrato com biofertilizante bovino.....	111
4.4.1 Conclusões.....	116
4.5 Águas salinas e frequências de aplicação do biofertilizante na produção do maracujazeiro amarelo.....	117
4.5.1 Massa média de frutos na primeira e segunda safra.....	117
4.5.2 Número de frutos por planta na primeira safra.....	120
4.5.3 Produção por planta na primeira safra.....	121
4.5.4 Número de frutos por planta na segunda safra.....	123
4.5.5 Produção por planta na segunda safra.....	124
4.5.6 Conclusões.....	125
4.6 Análise temporal da umidade do substrato irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante na cultura do maracujazeiro amarelo.....	127

4.6.1 Conclusões.....	130
4.7 Biomassa seca, diâmetro radicular e caulinar do maracujazeiro amarelo, ao término do experimento, irrigado com águas salina e biofertilizado com esterco bovino líquido fermentado.....	131
4.7.1 Conclusões.....	137
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
6. ANEXO.....	167

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade.....	16
Tabela 2. Riscos de problemas de infiltração no solo causado pela sodicidade da água.....	16
Tabela 3. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.....	17
Tabela 4. Variáveis de classificação dos solos quanto aos problemas de sais solúveis e de sódio trocável.....	17
Tabela 5. Valores médios mensais de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura no local do experimento, referentes aos anos de 2008 e 2009.....	26
Tabela 6. Composição físicas e químicas do substrato utilizado para cultivo do maracujazeiro amarelo.....	28
Tabela 7. Concentração de micronutrientes do substrato para cultivo do maracujazeiro amarelo.....	29
Tabela 8. Análise da salinidade do substrato antes da aplicação dos tratamentos para cultivo do maracujazeiro amarelo.....	29
Tabela 9. Caracterização química da água não salina (A1) e salina (A2, A3, A4 e A5) utilizada para preparo das águas utilizadas na irrigação do maracujazeiro amarelo.....	31
Tabela 10. Análise química do biofertilizante bovino como água para irrigação.....	34

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fases de crescimento microbiano celular.....	19
Figura 2. Localização georreferenciada do município de Remígio-PB.....	24
Figura 3. Distribuição média mensal da precipitação e balanço hídrico do município de Remígio-PB nos últimos 30 anos.....	25
Figura 4. Perfil do solo da área experimental: Cambissolo Húmicos distróficos (Santos et al., 2006).....	26
Figura 5. Distribuição do sistema radicular e da parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo no dia do transplantio.....	27
Figura 6. Ilustração e foto da cova suspensa em que foram conduzidas as plantas de maracujazeiro amarelo.....	31
Figura 7. Ilustração do sistema de sustentação do maracujazeiro amarelo em covas suspensas com lisímetros	31
Figura 8. Diferentes condutividades elétricas das águas utilizadas para irrigação (4,5 a 0,5 dS m ⁻¹) e água fortemente salina (27,2 dS m ⁻¹).....	32
Figura 9. Sistema de irrigação por gotejamento utilizando emissores tipo Catif na condução do maracujazeiro amarelo.....	32
Figura 10. Acondicionamento do biofertilizante durante período de fermentação anaeróbica.....	33
Figura 11. Instalação do eletrodo para determinação da umidade volumétrica do substrato medidos pelo potencial elétrico dos sensores ECH ₂ O, com resultado em percentagem.....	35
Figura 12. Amostras preparadas para determinação das determinações dos espectros de absorção de luz das clorofilas e carotenóides.....	37
Figura 13. Teores de hidrogênio + alumínio (H+Al) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	39
Figura 14. Matéria orgânica do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	41
Figura 15. Teores de fósforo (P) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	43
Figura 16. Teores de potássio (K) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	45
Figura 17. Teores de cálcio (Ca) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	47
Figura 18. Teores de magnésio (Mg) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	49
Figura 19. Teores de sódio (Na) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo	

	irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	51
Figura 20.	Soma de bases do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	53
Figura 21.	Capacidade de troca catiônica (CTC) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	56
Figura 22.	Saturação por bases do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	58
Figura 23.	Porcentagem de sódio trocável (PST) do substrato na primeira floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	60
Figura 24.	Porcentagem de sódio trocável (PST) do substrato na segunda floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	61
Figura 25.	Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato na primeira floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	63
Figura 26.	Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato na segunda floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	66
Figura 27.	Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato no final do experimento em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	67
Figura 28.	Valores do pH do extrato de saturação do substrato na primeira floração em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	69
Figura 29.	Valores do pH do extrato de saturação do substrato na segunda floração em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	71
Figura 30.	Valores do pH do extrato de saturação do substrato no final do experimento em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	73
Figura 31.	Altura de plantas de maracujazeiro amarelo, em função da dos tratamentos: salinidade das águas (A), frequência de aplicação do biofertilizante (B) e idade das plantas.....	76
Figura 32.	Taxa absoluta do crescimento em altura (TCAA) de plantas do maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B).....	78
Figura 33.	Taxa relativa do crescimento em altura (TCRA) das plantas do maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação e das frequências de aplicação do biofertilizante.....	79
Figura 34.	Diâmetro de plantas de maracujazeiro amarelo, em função da dos tratamentos: salinidade das águas (A), frequência de aplicação do biofertilizante (B) e idade das plantas.....	81

Figura 35.	Taxa de crescimento absoluta do diâmetro do caule (TCAD) de plantas do maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B).....	83
Figura 36.	Taxa de crescimento relativa do diâmetro do caule de plantas do maracujazeiro amarelo em função dos dias após o transplântio.....	84
Figura 37.	Período de transplântio à poda da haste principal em plantas de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B).....	85
Figura 38.	Número de ramos produtivos por planta de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação e das frequências de aplicação do biofertilizante.....	87
Figura 39.	Número de ramos produtivos por planta de maracujazeiro amarelo em função dos dias após o transplântio.....	88
Figura 40.	Comprimento dos entrenós nos ramos produtivos por planta de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B).....	89
Figura 41.	Número de botões florais por planta de maracujazeiro amarelo em função dos dias após o transplântio.....	92
Figura 42.	Número de botões florais por planta de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação e das frequências de aplicação do biofertilizante.....	92
Figura 43.	Teores de nitrogênio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	94
Figura 44.	Teores de fósforo foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	95
Figura 45.	Teores de potássio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	97
Figura 46.	Teores de cálcio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	98
Figura 47.	Teores de magnésio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	99
Figura 48.	Teores de enxofre foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	101
Figura 49.	Teores de boro foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	102
Figura 50.	Teores de cobre (A), ferro (B) e zinco (C) foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	104
Figura 51.	Teores de manganês foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	106
Figura 52.	Teores de sódio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	107
Figura 53.	Relação do sódio com o potássio (—), cálcio (.....) e magnésio (-----) foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas.....	108
Figura 54.	Teores de clorofila <i>a</i> (A), clorofila <i>b</i> (B) e clorofila total (C) em folhas de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas.....	112

Figura 55.	Razão clorofila $a\ b^{-1}$ em folhas de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas.....	113
Figura 56.	Teores de clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) em folhas de maracujazeiro amarelo em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B).....	115
Figura 57.	Teores de carotenóides em folhas de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	116
Figura 58.	Massa média de frutos na primeira (A) e na segunda (B) safra do maracujazeiro amarelo em função da salinidade de água de irrigação.....	117
Figura 59.	Massa média de frutos na primeira (A) e na segunda (B) safra do maracujazeiro amarelo em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante	119
Figura 60.	Número de frutos por planta de maracujazeiro amarelo na primeira safra em função da salinidade de água de irrigação (A) e em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante (B).....	120
Figura 61.	Produção por planta de maracujazeiro amarelo na primeira safra em função da salinidade de água de irrigação (A) e em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante (B).....	121
Figura 62.	Número de frutos por planta na segunda safra de maracujazeiro amarelo em função da salinidade de água de irrigação (A) e em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante (B).....	124
Figura 63.	Produção por planta de maracujazeiro amarelo na segunda safra em função da salinidade de água de irrigação em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante.....	124
Figura 64.	Porcentagem de umidade em substrato cultivado com maracujazeiro amarelo as 0, 4, 8, 12 e 24 horas após irrigação com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	128
Figura 65.	Biomassa seca da raiz (A), do caule (B), dos ramos laterais (C), dos ramos produtivos (C) e foliar (E) do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas.....	132
Figura 66.	Biomassa seca da raiz (A), do caule (B), dos ramos laterais (C), dos ramos produtivos (C) e foliar (E) do maracujazeiro amarelo em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	134
Figura 67.	Diâmetro da raiz principal no maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	135
Figura 69.	Diâmetro de caule no maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.....	137

DIAS, Thiago Jardelino. **Biofertilizante bovino e salinidade da água de irrigação no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2011. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O acúmulo de sais ao solo pela água de irrigação tem acarretado reflexos negativos na produção e na qualidade dos produtos das culturas agrícolas, inclusive do maracujazeiro amarelo. Neste contexto, as áreas irrigadas, principalmente as das regiões áridas e semiáridas, necessitam de tecnologias de manejo que mantenham a capacidade produtiva das culturas com viabilidade econômica, minimizando os efeitos depressivos da salinidade resultante no manejo das áreas irrigadas com água de alto teor salino. De esta forma o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), associadas às épocas de aplicação de biofertilizante, sobre as características edáficas, fenométricas, nutricionais, fisiológicas e os componentes de produção do maracujazeiro amarelo. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 5 x 4, referente aos valores de CEai: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, em quatro épocas de aplicação do biofertilizante: sem a aplicação do biofertilizante (SB); aplicação realizada uma semana antes do transplântio (1SAT); aplicação a cada 90 dias a partir do transplântio (90DAT); aplicação uma semana antes e a cada 90 dias após o transplântio (1SAT+90DAT). As plantas irrigadas com água de condutividade elétrica menor que 2,5 dS m⁻¹ e com aplicação do biofertilizante realizada 1SAT+90DAT apresentaram menor comprometimento da qualidade química do substrato, maior crescimento vegetativo e produtivo, bem como, teores nutricionais adequando para a cultura do maracujazeiro amarelo. As concentrações salinas da água de irrigação superior a 2,5 dS m⁻¹ diminuíram acentuadamente os teores de clorofila, como também, a absorção de água pelas plantas, elevando a percentagem de umidade do substrato. As aplicações de biofertilizante bovino não influenciaram as concentrações de pigmentos clorofiláticos do maracujazeiro, porém, as maiores frequências de aplicação (90DAT e 1SAT+90DAT) aumentaram a percentagem de umidade do substrato.

Palavras chaves: *Passiflora edulis*, qualidade da água, fertilização orgânica, salinidade

DIAS, Thiago Jardelino. **Bovine biofertilizer and irrigation water salinity in the vegetative growth and production of yellow passion fruit**. Areia: 2011. 173f. Thesis (Doctorate in Agronomy) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

ABSTRACT

The accumulation of salts in the soil by irrigation water has caused negative effects on productive capacity and quality of the crops, including the yellow passion fruit. In this context, the irrigated areas, especially in arid and semiarid regions, require management technologies that maintain the productive capacity of the crops with economic viability, minimizing the depressive effects of management in irrigated areas with water of high salt content. This work had the objective to evaluate the effects of irrigation water salinity (EC) associated to frequencies application of bovine biofertilizer on the initial growth of seedlings, production, mineral nutrition and postharvest quality of yellow passion fruit and also on soil fertility and salinity. The treatments were distributed in 5 x 4 factorial design corresponding the five EC of irrigation water of 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 and 4.5 dS m⁻¹, in four frequencies of application of the biofertilizer: without bovine biofertilizer (SB); with application one week before transplanting (1SAT); application with intervals of 90 days after transplanting (90DAT); and, with application one week before transplanting and at intervals of 90 days (1SAT+90DAT). Plants irrigated with water of electrical conductivity less than 2.5 dS m⁻¹ and application of biofertilizer 1SAT+90DAT showed less impairment of quality of soil, vegetative growth and increased production, as well as foliar concentrations of the crops of yellow passion fruit. The salt concentrations of irrigation water exceeds in 2.5 dS m⁻¹ markedly reduced levels of chlorophyll, but also the absorption of water by plants, raising the percentage of soil moisture. The applications of biofertilizers did not influence the concentration of pigments photosynthetic of passion fruit, however, the highest frequencies of use (90DAT and 1SAT+90DAT) increased the percentage of soil moisture.

Keywords: *Passiflora edulis*, quality of water, organic fertilization, salinity

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o primeiro produtor mundial de maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims), obtendo no ano de 2009, produção de 718 mil toneladas cultivadas em 50.795 ha (AGRIANUAL, 2010). Nos últimos anos, embora a expansão da área cultivada com maracujazeiro tenha sido motivada, entre outros fatores, pelo aumento do consumo interno da fruta fresca e pelo suco processado, a produção nacional não supriu a demanda do mercado agroindustrial. Essa situação motivou a expansão da área cultivada do maracujazeiro (Pimentel et al., 2009), apesar da produção passar por forte retração, devido a baixa produtividade nacional de 14,13 t ha⁻¹ (IBGE, 2010), resultante da falta de investimento, do baixo emprego de tecnologia de produção e principalmente do cultivo em ambientes com severas restrições hídricas e climáticas, como no Nordeste brasileiro (Freire et al., 2010).

As principais áreas produtoras de maracujá, nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, apresentam produtividade muito baixa (9,21 t ha⁻¹), quando comparada com a média nacional e o potencial produtivo da cultura de 40 a 45 t ha ano⁻¹ em cultivos irrigados e com material biológico de qualidade (IBGE, 2010; Freire et al., 2011). Essas regiões são caracterizadas pela alta evaporação, uso inadequado da drenagem e até mesmo a utilização de água proveniente de mananciais que apresentam condutividade elétrica superior a 1,5 dS m⁻¹, que podem provocar modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas, comprometendo o crescimento, floração, qualidade do fruto, redução do ciclo das culturas e produtividade (Silva et al., 2009; Gurgel et al., 2010; Neves et al., 2010).

A irrigação com águas salinas pode ocasionar a acumulação de sais na rizosfera, comprometendo a qualidade edáfica, provocando aumento da densidade, redução da porosidade, da aeração e da disponibilidade de água e nutrientes às plantas. Essa inconveniência além de aumentar o impedimento mecânico do solo inibe ao crescimento radicular, inibe a formação de novas raízes e prejudica o estabelecimento das culturas em geral (Cunha et al., 2002; Carvalho et al., 2006) inclusive do maracujazeiro amarelo (Soares et al., 2008; Dias et al., 2011). As atuações simultâneas desses fatores prejudicam o crescimento e desenvolvimento das culturas, com decréscimo de produtividade e, em casos mais severos, pode haver colapso da produção

agrícola, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, por efeitos tóxicos de íons específicos e alterações das condições físicas e químicas do solo (Cavalcante et al., 2005a; Taiz & Zeiger, 2008; Cavalcante et al., 2009).

O aumento desordenado da população mundial exige suprimento alimentar cada vez mais crescente. Para isso há necessidade do aumento dos índices de produtividade, da área cultivada e do uso da água na agricultura (Paulino et al., 2011; Foley et al., 2011). Entretanto, a carência de água de boa qualidade e a necessidade mundial exige o emprego de águas de qualidade inferior quanto à concentração de sais solúveis na agricultura irrigada. Nesse sentido, a procura por tecnologias de manejo que possibilitem o uso de água salina na agricultura, com viabilidade econômica pode se transformar numa alternativa para o maracujazeiro amarelo (Rodrigues et al., 2008; Cavalcante et al., 2010; Freire et al., 2011).

Um das possibilidades pode ser a utilização de resíduos orgânicos como forma de amenizar os efeitos da salinidade da água de irrigação ou do solo na formação de mudas, na condução e produção do maracujazeiro amarelo. O esterco bovino fermentado em água, também conhecido como biofertilizante ou esterco líquido bovino, é um composto bioativo que tem revelado exercer ação positiva na nutrição, fitossanidade das plantas e estimula a liberação de substâncias húmicas em solos salinos que podem estimular o crescimento das plantas em geral (Lag Reid et al., 1999; Vessey, 2003; Mahmoud e Mohamed, 2008) e do maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2007a).

Apesar dos resultados promissores quanto à utilização do biofertilizante na agricultura e de seus benefícios como atenuador dos efeitos da salinidade do solo e da água de irrigação às plantas, as informações ainda são ainda pouco frequentes na literatura, em relação a artigos científicos relacionados à produtividade do maracujazeiro amarelo produzidos em condições de salinidade (Campos et al., 2007; Cavalcante & Cavalcante, 2006; Rodolfo Júnior et al., 2008).

Segundo Souza et al. (2008), Gondim et al. (2010), Tawfik et al. (2011) e Singh et al. (2011) o biofertilizante bovino quando interage com o solo, apresenta propriedades capazes de exercer efeito de condicionador, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico, provocando redução na diferença de potencial osmótico

entre as plantas e o meio, possibilitando a exploração comercial das plantas de maracujazeiro em condições de manejo com água salina.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a utilização do biofertilizante bovino na redução dos efeitos do manejo da irrigação com água salina no comportamento vegetativo, nutricional e produtivo do maracujazeiro amarelo, bem como na fertilidade e salinidade do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura do maracujá

A cultura do maracujazeiro no Brasil a partir das últimas duas décadas passou a exercer expressão significativa da área cultivada e na produção, estimulados pelo consumo e demanda crescente do mercado agroindustrial (Pimentel et al., 2009).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial, obtendo no ano de 2009, produção de 718 mil toneladas cultivadas em 50.795 ha, destacando as regiões Nordeste e Sudeste com 53,5 e 31,7% da produção nacional, respectivamente (AGRIANUAL, 2010). Entre os principais estados produtores destaca-se a Bahia (107,9 mil t), seguida do Estado do Espírito Santo (72,3 mil t) que superou o Estado de São Paulo (50,5 mil t). Em termos de produtividade, verifica-se que na última década houve aumento, com exceção da Região Norte, onde se verifica manutenção desse indicador em níveis baixos (9,4 t ha⁻¹ para 8,5 t ha⁻¹), há ganhos no Nordeste (7,7 t ha⁻¹ para 12,4 t ha⁻¹), no Sudeste (12,8 t ha⁻¹ para 19,0 t ha⁻¹), no Sul (8,0 t ha⁻¹ para 13,1 t ha⁻¹) e no Centro-Oeste (9,7 t ha⁻¹ para 12,4 t ha⁻¹), consequentemente estes acréscimos elevaram a média nacional de 9,2 t ha⁻¹ para 14,13 t ha⁻¹ (Gonçalves & Souza, 2006; IBRAF, 2009; IBGE, 2010).

Apesar do crescimento da produtividade nacional, a média de 14,13 t ha⁻¹, é resultante da grande disparidade de produção entre regiões produtoras, como por exemplo, a região do Nordeste brasileiro caracterizada pela falta de investimento, baixo emprego de tecnologia de produção e principalmente do cultivo em ambientes com severas restrições hídricas e climáticas (Freire et al., 2010) em relação à região Sudeste, marcada pela supremacia tecnológica que vem apresentando níveis de produtividade muito mais elevados, o que solidifica a atividade em termos de rendimento econômico para o produtor.

O desenvolvimento de pesquisas na área de melhoramento genético, técnicas de produção e na adoção de métodos mais eficazes para a produção em ambientes com restrições edafoclimáticas, tem resultado em incremento da produtividade e da viabilidade econômica da cultura, que constituem pontos fundamentais para o desenvolvimento sustentável da cultura do maracujazeiro no Brasil.

2.2 Descrição botânica

O maracujá é um fruto produzido pelas plantas de maracujazeiro, que se destaca pela excelente qualidade organoléptica, sensorial e farmacológica de seus frutos, além da frutífera ser caracterizada principalmente pela facilidade de manejo, precocidade do ciclo produtivo e retorno econômico rápido (Gurgel et al., 2007).

O maracujazeiro amarelo é uma planta pertencente à família Passifloraceae, que compreende 17 gêneros e cerca de 600 espécies, destacando o gênero *Passiflora*, com 3 espécies de importância econômica: *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg, conhecido como maracujá amarelo, azedo ou peroba; *Passiflora edulis* Sims, conhecido como maracujá roxo, e; *Passiflora alata* Ait, conhecido como maracujá doce (Ulmer & MacDougal, 2004; Cervi 2005; Bernacci et al., 2008).

As espécies do gênero *Passiflora* apresentam plantas com hábito trepador, herbáceo ou lenhoso e com crescimento vigoroso e contínuo. O sistema radicular é do tipo axial, com cerca de 70 a 85% das ramificações estão concentradas entre as profundidades de 15 a 45 cm. Possui caule semiflexível e trepador do tipo glabro ou piloso, em formato cilíndrico com gavinhas solitárias nas axilas das folhas. As folhas são alternadas e simples, com lâmina que apresentam nervuras secundárias ao longo da nervura principal (nervação penínervia) ou nervura que partem de sua base (nervação palminervia). A flor é hermafrodita e são reunidas em inflorescência axilares, unifloras ou aos pares, e apresentam estigmas localizados acima das anteras o que dificulta a polinização. A flor é ainda auto incompatível, dependente da polinização cruzada para fecundação, necessitando de agente polinizador, pois o pólen apresenta elevada massa e viscosidade. O fruto tem formato variado, podendo ser globoso, ovóide e piriforme, com peso variando de 30 a 300 gramas, diâmetro que pode atingir até 9 cm, cor variando entre amarela roxa, esverdeada e avermelhada. A polpa do fruto é mucilagínosa com coloração amarelada à laranja, sementes numerosas, ovais e pretas, em número aproximado de 200 sementes por fruto (Bruckner & Picanço, 2001; Lima & Cunha, 2004; Cervi, 2005).

O ciclo da cultura é dividido em quatro estágios de desenvolvimento (Maciel et al. 1994). A primeira é a fase embrionária, onde a planta apresenta um hipocótilo ereto, duas folhas cotiledonares e um epicótilo pouco visível. Posteriormente, ocorre a fase

juvenil ou fase de crescimento inicial, apresentando um caule cilíndrico com entrenós curtos, folhas simples dispostas em filotaxia 2/5, com a presença de uma gema axilar, encerrando com o aparecimento das primeiras folhas lobadas e gavinhas. A terceira fase é uma fase de transição, caracterizada pelo crescimento vegetativo apical e pelas mudanças fisiológicas e morfológicas com o aumento do comprimento dos entrenós, a ramo principal. O crescimento vegetativo lateral, também caracterizado como fase de transição, corresponde ao desenvolvimento de dois ramos laterais, de onde surgem os ramos produtivos. Nesta fase, a partir do 11^o nó, entre a base e a gema axilar, dá-se início ao aparecimento de gavinhas em todos os nós, ocorrendo também o surgimento das primeiras folhas trilobadas. Com o aparecimento de botões florais e flores nos ramos principal e lateral, inicia-se a fase adulta da cultura (quarta fase) que ocorre até a paralisação do florescimento e frutificação, em função da redução da temperatura e do fotoperíodo.

2.3 Exigências edafoclimáticas do maracujazeiro amarelo

A cultura do maracujazeiro, apesar de ser considerada uma espécie tropical, desenvolve-se em condições climáticas variáveis, desde as regiões quentes dos trópicos até locais com clima subtropical. Nessas regiões, as plantas apresentam crescimento e desenvolvimento em taxas bem distintas, ocasionando grandes variações no ciclo de produção da cultura, de acordo com a temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa e luminosidade (Menzel et al., 1993; Cavichioli et al., 2011).

De modo geral, o maracujazeiro amarelo é mais adaptado às regiões de clima quente, com temperaturas médias mensais entre 21°C e 32°C, precipitação pluviométrica anual entre 800 mm e 1750 mm, baixa umidade relativa, fotoperíodo em torno de 11 horas e ventos moderados (Medina et al., 1980; Ruggiero et al., 1996; Bruckner & Picanço, 2001). As explorações do maracujazeiro em regiões que apresentam condições distintas das consideradas ideais podem apresentar alongamento do ciclo de produção e redução do número de flores (luminosidade), restrição na germinação, crescimento, florescimento e potencial produtivo e nas qualidades físico-químicas dos frutos (estresse hídrico, temperatura e umidade) reflexos do comprometimento da absorção e acumulação de nutrientes, bem como, da restrição na

taxa fotossintética das plantas (Souza et al., 2003; Lima & Borges, 2004; Carvalho et al., 2010).

2.4 Salinidade

2.4.1 Origem dos sais

A origem do problema de salinidade se confunde com a própria formação do solo, que é produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados quimicamente pela ação de reações de hidrólise, hidratação, oxidação e carbonatação, resultando a liberação gradativa dos constituintes que vão se solubilizando e se tornem mais solúveis e, portanto mais absorvíveis pelas plantas na forma de compostos simples (Richards, 1954; Oliveira, 1997; Meurer, 2004; Ribeiro, 2010).

Embora a fonte principal e direta de todos os sais presentes no solo seja a intemperização das rochas (Richards, 1954), denominada salinização primária, são raros os exemplos em que esta fonte de sais tenha provocado diretamente problemas relacionados com a salinidade do solo.

Nas regiões áridas e semiáridas, além dos fatores das altas taxas de sais solúveis e/ou sódio intercambiável presentes no solo que são decorrentes das condições climáticas, topográficas e da natureza mineralógica do material de origem, existe ainda a ação antrópica (salinização secundária), pela adição de sais em consequência do uso de água de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-plantas, que independente da sua origem ou fonte, a água utilizada na irrigação sempre contém sais, embora a qualidade e a quantidade de sais presentes variem consideravelmente (Richards, 1954; Tanji, 1991; Lacerda et al., 1998; Horney et al., 2005).

O teor de sais das mananciais superficiais é função das rochas predominantes nas nascentes, da zona climática, da natureza do solo em que a água flui ou é depositada e pode ser ainda resultante de poluições da atividade antrópica. No entanto, as águas de mananciais subterrâneos, o teor além de depender da origem e do curso sobre o qual escoam, em conformidade com a lei de dissolução, baseada no contato entre a água e o substrato que a armazena, está relacionado ainda com os processos de recarga resulta da

redução (geralmente de natureza bioquímica), troca catiônica, evapotranspiração e precipitação (Biggar & Rolston, 1984).

A quantidade de sais adicionada ao solo pela água de irrigação é proporcional à quantidade de água aplicada, pois a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação aplicada, até que a salinidade do solo atinja o limite de acordo com as características do solo (Van Hoorn & Van Alphen, 1994; Bernardo, 1995; Piamonte, 1996; Ribeiro, 2010). O problema da salinidade torna-se agravado quando o balanço de sais revela uma maior entrada do que saída, indicando um crescimento de concentração salina na área considerada, que pode ser resultante da ausência de drenagem adequada ou pela própria natureza do solo, em decorrência da baixa profundidade do solo, comumente encontrado nas regiões do semiárido brasileiro.

Diante disto, a água além de contribuir para o acréscimo da concentração salina, pode também provocar a ascensão do lençol freático que, através de ascensão capilar, passa a fornecer água e sais à zona radicular. Como as plantas absorvem quantidades pouco significativas de sais e a evapotranspiração remove apenas a água, devesse ocorrer um aumento da concentração salina do solo. Segundo Medeiros et al. (2003a), a maneira pela qual os sais são transportados e acumulados no perfil do solo depende da quantidade e da qualidade da água, que associado aos fatores ambientais como evapotranspiração, intensidade e distribuição das chuvas, promovem o desenvolvimento de um perfil salino para diferentes tipos de solo e com diferentes tipos de sais.

Os perigos de sodificação das terras irrigadas são, em geral, mais agressivos que os de salinidade, pois, essa maior agressividade resulta na perda dos atributos físicos do solo (Leite et al., 2010), isto é, quando há ocorrência do Na^+ trocável em excesso no complexo sortivo, há a indução da dispersão das argilas formando uma camada de impedimento e dificultando os processos naturais, como circulação do ar e da solução do solo, com reflexos negativos na absorção de água e dos nutrientes pelas raízes (Leite et al., 2007; Almeida Neto et al. 2009).

Outros sais solúveis de cálcio, magnésio, potássio, ferro, boro, sulfato, carbonato e bicarbonato também ocorrem e exercem complicações específicas, mas entre os diversos tipos de sais presentes na solução, o NaCl é quantitativamente o mais expressivo em muitos solos salinos (Rengasamy, 2006).

2.4.2 Efeitos dos sais no solo

Um solo pode ser considerado afetado por sais quando a concentração desses na solução do solo chega a interferir no crescimento e produtividade, quer das plantas naturalmente oriundas da área ou daquelas cultivadas (D'Almeida et al., 2005; Dias & Blanco, 2010).

Os principais problemas causados pela salinização do solo são a redução do potencial osmótico da solução do solo, diminuindo a disponibilidade de água e a toxicidade de certos íons as plantas, como sódio, cloro e boro, conforme descrevem Rhoades et al. (1992) e Bernardo (1995). Estes efeitos são decorrência da adubação e do acúmulo de sais ao solo, que alteram as propriedades físico-químicas do solo, pois quanto maior for este acúmulo, conseqüentemente ocorrerão maiores problemas de dispersão de argila, que influencia a permeabilidade, diminuindo a aeração, dificultando o movimento de água no solo, o desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio (Queiroz et al., 1997; Santos, 2000; Cordeiro, 2001; Almeida Neto et al., 2010).

Pizarro (1985) cita como principal efeito da salinidade sobre os solos a sua ação sobre a sua estrutura. Esta propriedade depende da floculação dos colóides e sua cimentação, formando agregados. Assim, os efeitos são mais pronunciados quanto maior for o conteúdo de colóides, ou seja, quanto mais argiloso for o solo.

A salinidade e a sodicidade são condições do solo que ocorrem, predominantemente, em zonas áridas e semiáridas, porém também é encontrada em regiões úmidas, sendo menos evidente em consequência da alta precipitação que promove a lixiviação dos sais.

A salinidade do solo é uma propriedade que varia no tempo e no espaço, o que requer processos adequados de amostragens e determinações, para acompanhamento do seu comportamento, pois o monitoramento é fundamental para orientar as práticas de manejo da irrigação, fertirrigação e de recuperação das áreas afetadas (Queiroz et al., 1997; Dias & Blanco, 2010).

O aumento da concentração salina da água do solo diminui a energia potencial total entre o solo e as raízes, reduzindo a permeabilidade e o crescimento radicular, e contribuindo para o acúmulo salino no tecido vegetal, inibindo os processos metabólicos e a fisiologia da planta (Campos & Assunção, 1990; Cordeiro et al., 1999;

Melo et al., 2011). A perda da capacidade osmótica em decorrência da salinidade pode ocasionar perdas de água da planta para o solo, este processo é conhecido como dessecação osmótica.

Atualmente, as principais opções para se evitar a salinização dos solos irrigados ou cultivar em solos salinizados podem ser a realização da drenagem adequada, lixiviação do excesso de sais, plantio de culturas mais tolerantes, utilização de métodos de irrigação adequados às condições de salinidade do solo e da água de irrigação, além do emprego de neutralizantes e/ou precipitadores de sais ao solo, como o aplicação de gesso agrícola, ácidos sulfurados e recentemente a aplicação de biocompostos ao solo.

Os solos afetados por sais podem ser identificados através de observações e estudos da área, que levam em consideração características visuais de campo e diversas análises feitas tanto por métodos de laboratório como métodos de campo. No laboratório, a salinidade do solo pode ser estimada a partir de medidas de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) ou da condutividade em diferentes relações solo:água destilada (Richards, 1954). Em campo, vários métodos são disponíveis para determinar a condutividade elétrica (CE) e avaliar a salinidade do solo, tais como as técnicas de indução eletromagnética e de reflectometria no domínio do tempo (TDR) (Rhoades et al., 1992; Soncela et al., 2011), além do uso de extratores de solução.

2.4.3 Efeitos dos sais às plantas

A salinidade pode prejudicar o comportamento das plantas de forma diferente, em função do seu estágio de desenvolvimento (Shannon & François, 1978; Prisco & Gomes Filho, 2010). As espécies e cultivares se comportam de forma diferente a salinidade, isto é, cada espécie de planta ou cultivar tolera até certa salinidade (Salinidade limiar – SL) sem reduzir o seu rendimento potencial, a partir da qual passa a diminuir a produtividade à medida que a salinidade do solo é incrementada (Medeiros, 1998; Eloi et al., 2011; Dias et al., 2011).

De acordo com o comportamento fisiológico, vegetativo e produtivo, as plantas, quando submetidas às condições de salinidade, são categorizadas em halófitas e glicófitas.

As plantas halófitas, são adaptadas a condições salinas, pois possuem mecanismos de adsorção e acúmulo de sais no vacúolo celular a fim de reduzir o potencial osmótico interno e, desta maneira, evitar a dessecação osmótica. Portanto, os sais não se misturam com a solução citoplasmática, permanecendo no interior do vacúolo, uma vez que a membrana que separa o citoplasma do vacúolo não permite o fluxo de um compartimento para outro, mesmo que haja elevado gradiente de concentração (Lauchi & Epstein, 1990; Taiz & Zeiger, 2008). Estas plantas, segundo Lima (1997) pode tolerar uma concentração de até 5 g L^{-1} de cloreto de sódio, o que corresponde a quase metade da contração da água do mar.

Por outro lado, plantas glicófitas ou não-halófitas, praticamente todas as espécies cultivadas comercialmente, quando expostas a salinidade moderada, tendem a excluir o excesso de sais pelas raízes, porém não são capazes de realizar o ajuste osmótico (potencial osmótico) de forma eficiente, pois, as plantas encontram-se em estado de estresse hídrico por osmose (Lauchi & Epstein, 1990; Prisco & Gomes Filho, 2010). De acordo com Walter (1961), altos níveis de cloreto de potássio na solução do solo provocam o aumento da permeabilidade das raízes, resultando na absorção de grandes quantidades de sais e, conseqüentemente, ocorre à deterioração de cloroplastos e clorose foliar, seguida de necrose e morte das plantas. Lauchi & Epstein (1990) e Lima (1997), afirmam que este tipo de injúria é causada pela toxicidade dos íons que, em altas concentrações no citoplasma, danificam enzimas e organelas celulares.

Os danos devido à toxicidade podem reduzir significativamente o rendimento das culturas, estando sua magnitude dependente do tempo, da concentração de íons, da tolerância das plantas e do uso da água pelas culturas. Os problemas de toxicidade, frequentemente, acompanham ou potencializam os de salinidade ou de permeabilidade, podendo surgir, até mesmo quando a salinidade for baixa. Os sintomas de toxicidade podem aparecer em qualquer cultura, desde que as concentrações de sais no interior da planta sejam suficientemente altas ou acima de seus níveis de tolerância (Ayers & Westcot, 1999; Prisco & Gomes Filho, 2010).

A toxicidade, normalmente, é provocada pelos íons cloreto, sódio e boro, entretanto, muitos outros oligoelementos são tóxicos para as plantas, mesmo em pequenas concentrações (Ayers & Westcot, 1999; Esteves & Suzuki, 2008).

Os efeitos indiretos da salinidade, como o desbalanço nutricional em decorrência da redução da disponibilidade de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , usualmente ocorrem devido à concentração elevada de sódio ou outros cátions na solução, que interferem nas condições físicas do solo ou na disponibilidade, comprometendo a absorção de elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento da planta, levando ao desbalanceamento nutricional (Tester & Davenport, 2003; Silveira et al., 2010). Em muitos casos, a concentração de sais não atinge níveis osmóticos capazes de prejudicar a absorção de água pelas plantas, no entanto, a concentração de íons diversos pode provocar interferências indiretas e ser um obstáculo à boa absorção de elementos essenciais e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de um processo metabólico normal (Medeiros & Gheyi, 1997; Hasegawa et al., 2000; Neves et al., 2008).

De acordo com Ayers e Westcot (1999), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade, algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis sob altos níveis de salinidade, enquanto outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esse fato se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas plantas, capacidade esta que permite absorver, mesmo em meio salino, quantidade suficiente de água. Para esses autores, é muito útil esta variabilidade genética entre as espécies, permitindo a seleção das culturas mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo abaixo do nível de tolerância das plantas tradicionalmente cultivadas (Fernandes et al., 2010). A amplitude desta tolerância relativa permite maior uso das águas de qualidade inferior e aumento da faixa aceitável da salinidade do solo (Medeiros et al., 2008).

Segundo Medeiros (1998) e Silveira et al. (2010) as informações básicas requeridas para as decisões de manejo em solos afetados por sais incluem saber como as culturas respondem a salinidade, aos íons tóxicos, além de conhecer o efeito dos sais na infiltração da água no solo.

Os níveis de tolerância das culturas encontrados na literatura se referem, em maior parte, aos níveis de salinidade ocasionados pelo uso da água de irrigação. Deve-se ressaltar que a curva típica, que relaciona o rendimento relativo com níveis crescentes de salinidade no solo ocasionados por excesso de fertilizantes, não apresenta o mesmo comportamento daquelas determinadas para a de salinização do solo com sais provindos

de água de irrigação. Esta observação se deve ao fato de o incremento de fertilizantes no solo pode acarretar em maior disponibilidade e absorção de nutrientes pela cultura e consequente incremento da produtividade. Entretanto, a partir de certo nível, a salinidade provoca alteração no potencial osmótico e desequilíbrio nutricional, que podem vir a reduzir os rendimentos das culturas (Fernandes et al., 2010).

Várias práticas de manejo têm sido utilizadas para se produzir, economicamente, em condições de salinidade, dentre elas, destaca-se o uso de substâncias ricas em ácidos húmicos e matéria orgânica, que proporcionam melhoria nas propriedades físicas do solo, sendo de fundamental importância os estudos que visem avaliar o efeito e a eficiência desses métodos em solos cultivados com plantas submetidas ao estresse salino.

2.4.4 Qualidade da água para irrigação

A qualidade da água de irrigação é um importante fator no processo produtivo e na salinidade dos solos das terras áridas e semiáridas, com consequência desfavorável ao desenvolvimento das culturas. A qualidade da água de irrigação é determinada pela composição e concentração de substâncias ou solutos dissolvidos, destacando-se como principais os cátions cálcio, magnésio e sódio e os ânions bicarbonato, sulfato e cloreto, enquanto o boro, flúor e nitrato estão usualmente presentes em baixas mais significativas concentrações (Hamdy, 2005; Holanda et al., 2010).

A água adequada para irrigação está relacionada com seus efeitos sobre os solos e culturas, que são afetadas diferencialmente pelos diversos tipos de sais presentes e avalia seus impactos sobre os solos e plantas. A análise sistemática de água para a irrigação inclui: 1) condutividade elétrica; 2) conteúdos de sódio, cálcio, magnésio, cloreto, sulfato e bicarbonato; 3) determinações adicionais de outros constituintes de ação específica como boro, nitrato, pH, lítio, amônia entre outros. As águas usadas na irrigação, em geral, contêm sais solúveis em concentrações e níveis variados e, quando aplicadas aos solos com drenagem deficiente, em geral, estimulam o acúmulo de sais na zona radicular em concentrações prejudiciais ao solo e às plantas (Rhoades & Loveday, 1990; Ayers & Westcot, 1999; Rhoades et al., 2000).

2.4.5 Os sais na água de irrigação e o maracujazeiro

A presença de sais em concentrações elevadas pode alterar as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico, o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos. Entretanto, as respostas das plantas a salinidade são complexas e de difícil compreensão por envolverem vários genes e diversos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (Hasegawa et al., 2000). Além disso, as plantas podem se comportar de forma variada em relação aos limites de tolerância a salinidade, dentro de uma mesma espécie pode haver variações entre genótipos nos quais os efeitos podem variar entre as fases de desenvolvimento (Neves et al., 2008).

O emprego de água salina na agricultura, conforme Ayers & Westcot (1999), Cavalcante et al. (2006) e Holanda et al. (2010), não implica na utilização da água do mar, que possui entre 47 e 48 dS m⁻¹ correspondentes às concentrações de sais dissolvidos entre 30 e 36 g L⁻¹, mas sim na aplicação de água que possui condutividade elétrica superior a 3 dS m⁻¹. Águas com valores desse nível ou superior, potencialmente, oferecem sérios riscos de degradação física e química aos solos, toxicidade e desbalanço nutricional às plantas, perda de mudas, do rendimento da maioria das culturas e da qualidade da produção obtida.

Mesmo admitindo os riscos mencionados por Holanda & Amorim (1997) e Ayers & Westcot (1999), Rhoades et al. (2000), Cavalcante et al. (2005b), Medeiros et al. (2005) e Malashi et al. (2005) apresentam dados promissores da utilização de águas salinas, de condutividade elétrica variando de 2,8 a 9,2 dS m⁻¹, oriundas de mananciais e da reutilização da água de drenagem para produção agrícola de várias culturas, nos Estados Unidos da América do Norte, Chile, Egito, Índia, Israel, Paquistão, Síria e Tunísia.

O maracujazeiro amarelo conforme Maas (1986) e Ayers & Westcot (1999) é uma cultura de elevada sensibilidade à ação dos sais. Entretanto, Cavalcante et al. (2002a), Soares et al. (2002), Cavalcante et al. (2005a) e Macedo (2006) após irrigarem a cultura com águas salinas de condutividade elétrica (CE) 3,6 dS m⁻¹, 1,5 e 2,5 dS m⁻¹, 3,2 e 4,2 dS m⁻¹, respectivamente, constataram que a cultura se comporta como moderadamente

tolerante aos sais, indicando haver aumento de sua tolerância aos efeitos salinos do solo e da água dependendo das condições de manejo aplicado.

Cavalcante et al. (2002a), Santos (2004), Costa et al., (2005), Cruz et al., (2006) e Souza et al. (2008) estudaram a aplicação de água salina de CE, e verificaram que a elevação dos teores de sais da água de irrigação inibe a germinação das sementes, o crescimento e desenvolvimento das mudas, bem com o estabelecimento das plântulas de maracujazeiro amarelo em campo. Esses autores afirmam ainda, que a aplicação de água com CE superior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, reduzem a qualidade das mudas, afetando o crescimento em diâmetro caulinar, área foliar e produção de biomassa de raízes.

Entretanto, apesar dos efeitos degenerativos dos sais, Andrade (1998), Soares et al. (2002), Cavalcante et al. (2005b), Macedo et al. (2006), Soares et al. (2008) e Nascimento (2010) irrigaram a cultura do maracujazeiro com águas de condutividade elétrica entre 3,2 e $4,2 \text{ dS m}^{-1}$ e constataram que pela produção, a planta comportou-se moderadamente tolerante à salinidade.

Pelas conclusões dos últimos em relação aos primeiros autores, há evidência de ajustamento osmótico do maracujazeiro amarelo aos sais, seja nos períodos após a germinação das sementes, formação das mudas, crescimento e desenvolvimento do pomar e na produção. Esse fenômeno expressa que a planta paulatinamente desenvolve mecanismos que possibilitam a sobrevivência e adquira tolerância, mesmo em estágio incipiente, ao estresse salino no ambiente radicular (Munns & Tester, 2008). Expressa também que algumas plantas, como o maracujazeiro amarelo, podem tolerar diferenciadamente o estresse dos sais nas distintas fases do ciclo vegetativo e produtivo (Hasegawa et al., 1986; Cavalcante et al., 2005b; Cavalcante et al., 2009b).

Essa situação preconiza a necessidade de adoção de técnicas que reduzam os efeitos negativos da salinidade sobre a formação de mudas e manutenção da capacidade produtiva do maracujazeiro, principalmente nas áreas onde a água constitua riscos de sais ao sistema produtivo.

2.4.6 Classificação da água de irrigação

As variáveis utilizadas para classificar a adequabilidade da água para fins agrícolas levam em consideração os efeitos potenciais sobre o rendimento das culturas e

a degradação dos atributos físicos e químicos do solo (Richards, 1954). A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório Americano de Salinidade é a mais utilizada no Brasil para classificar as águas destinadas à irrigação, que de acordo com Richards (1954), baseia-se geralmente na condutividade elétrica (CE), que indica o risco de salinidade e na razão de adsorção de sódio (RAS) como indicador de sodicidade.

As tabelas a seguir apresentam a classificação da água de irrigação com base nos riscos de sais pela condutividade elétrica, simbolizado por “C” e de sodicidade a partir da relação de adsorção de sódio (RAS) caracterizado por “S”. Os perigos de sais são caracterizados por “C” em quatro níveis: C₁ (baixo); C₂ (médio); C₃ (alto) e C₄ (muito alto); os de sódio caracterizados por “S” também em quatro níveis: S₁ (baixo); S₂ (médio); S₃ (alto) e S₄ (muito alto) respectivamente (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Classificação de água de irrigação quanto ao risco de salinidade.

Classe de Salinidade	Richards (1954)		Ayers & Westcot (1999)	
	Faixas de CE _a (dS m ⁻¹)	Risco de Salinidade	Faixas de CE _a (dS m ⁻¹)	Problemas de Salinidade
C1	< 0,25	Baixo	< 0,7	Nenhum
C2	0,25 – 0,75	Médio	0,7 – 3,0	Moderado
C3	0,75 – 2,25	Alto	> 3,0	Severo
C4	>2,25	Muito Alto	-	

CE_a = Condutividade elétrica da água.

Tabela 2. Riscos de problemas de infiltração no solo causado pela sodicidade da água.

RAS (mmolL ⁻¹) ^{-0,5}	Grau de restrição		
	Nenhum	Ligeira e moderada	Problemas severos
	----- CE _a (dS m ⁻¹) -----		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 2,0
3 – 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	> 0,5
12 – 20	> 2,9	2,9 – 1,3	> 1,3
20 – 40	> 5,0	5,0 – 2,9	> 2,9

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

Até o final da década de 70, a classificação das águas para uso nas atividades agrícolas, era fundamentada nos valores da condutividade elétrica, na relação de adsorção de sódio e nos riscos potenciais aos solos e às plantas.

Uma classificação mais recente foi proposta por Ayers e Westcot (1999), e baseou-se no estudo do grau de restrição e no uso de água com problemas potenciais de

irrigação tais como: condutividade elétrica, velocidade de infiltração de água no solo, toxicidade de íons específicos e outros componentes. Segundo os autores, os problemas mais sérios são aqueles relativos à salinidade e permeabilidade, estando associados à quantidade de sais dissolvidos na água e ao teor elevado de sódio em relação aos teores de cálcio e magnésio, respectivamente. A toxidez é importante quando alguns elementos ou íons a um determinado nível de concentração tornam-se nocivos às plantas como é o caso do boro e outros, como cloreto de sódio e nitrato.

2.4.7 Classificação dos solos quanto aos problemas de sais

Os solos, conforme Richards (1954) são classificados como salinos quando a $CEes > 4,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST < 15\%$ e $pH < 8,5$; solos salino-sódicos quando apresentam $CEes > 4,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST > 15\%$ e pH próximo de 8,5; e sódicos logo que a $CEes < 4,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST > 15\%$ e pH entre 8,5 e 10,0. Outro sistema de classificação foi proposto por Massoud (1971) em que $CEes < 2,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST < 7\%$ para solos não salino; $CEes > 2,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST < 7\%$ solos salinos; $CEes > 2,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST > 7\%$ salino-sódico e $CEes < 2,0 \text{ dS m}^{-1}$, $PST > 7\%$ sódico (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.

Íon específico (afeta culturas sensíveis)	Unidade	Grau de restrição para uso		
		Nenhum	Ligeira a moderada	Severa
Sódio, irrigação por superfície	$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$	< 3	3 – 9	> 9
Sódio, irrigação por aspersão	$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$	< 3	> 3	-
Cloreto, irrigação por superfície	$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$	< 4	4 – 10	> 10
Cloreto, irrigação por aspersão	$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$	< 3	> 3	-
Boro	mg L^{-1}	$< 0,7$	0,7 – 3,0	$> 3,0$

Tabela 4. Variáveis de classificação dos solos quanto aos problemas de sais solúveis e de sódio trocável.

pH	Richards (1954)		Massoud (1971)		Solo
	CEes	PST	CEes	PST	
	dS m^{-1}	%	dS m^{-1}	%	
Variável	$< 4,0$	< 15	$< 2,0$	< 7	Não Salino
Variável	$> 4,0$	< 15	$> 2,0$	< 7	Salino
$\pm 8,5$	$> 4,0$	> 15	$> 2,0$	> 7	Salino sódico
$> 8,5$	$< 4,0$	> 15	$< 2,0$	> 7	Sódico

CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = percentagem de sódio trocável.

2.5 Biofertilizante bovino

2.5.1 Considerações gerais

O biofertilizante é um composto bioativo, resultado da fermentação de compostos orgânicos, contendo células vivas ou latentes de microrganismos, tais como, bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos e por seus metabólitos, além de quelatos organominerais (Alves et al., 2001). A produção é realizada em biodigestão por meio de fermentação aeróbia e/ou anaeróbia da matéria orgânica, resultando na produção de gás metano (CH_4), gás carbônico (CO_2) e liberação de metabólitos, ricos em enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres e ácidos orgânicos de ação fito-hormonal (Medeiros et al., 2003b).

A utilização de biofertilizante líquido foi primariamente empregada no controle das pragas e doenças, bem como para nutrição das plantas, baseado no equilíbrio nutricional e biodinâmico do vegetal. O biofertilizante apresenta diversidade, quantidades e disponibilidade de elementos nutricionais quelatizados, que são disponibilizados pela atividade biológica, e por ser ativador enzimático do metabolismo vegetal e como elicitor abiótico, ou seja, ativador da resistência vegetal induzida de forma sistêmica, acionando a produção de fitoalexinas, que são substâncias químicas de defesa das plantas (Prates, 2001; Silva et al., 2007). Além dessas vantagens o biofertilizante é ecologicamente correto, não agredir o homem, o meio ambiente e produzir alimentos e subprodutos de origem animal mais saudável (Moura, 2006).

Existem várias receitas para produção de biofertilizantes, mas a maioria tem por constituição básica esterco fresco de animais ruminantes, preferencialmente animais em lactação, por terem uma alimentação mais rica e balanceada e suas fezes apresentarem uma grande diversidade de microrganismos (Medeiros, 2002). Independente do tipo de material utilizado pode ser produzido por meio de fermentação anaeróbica ou aeróbica. Na produção anaeróbica o processo consta da mistura de partes iguais de esterco bovino verde e água não salina em recipiente hermeticamente fechado. Para a liberação do gás metano produzido conecta-se uma das extremidades de uma mangueira fina à parte superior do biodigestor e a outra permanece submersa em um recipiente com água para evitar a entrada de ar (Santos et al., 1992).

No processo de compostagem dos biofertilizantes, a população microbiana

unicelular passa por várias fases de crescimento exponencial ou logarítmica (Figura 1). A primeira é a fase de latência, tem crescimento microbiano em função de condições desfavoráveis, como umidade, temperatura, carência de nutrientes, substâncias inibidoras do crescimento ou inoculo procedente de um cultivo anterior (borra de biofertilizante anterior). Em seguida se inicia a fase de crescimento exponencial, quando a velocidade de crescimento alcança seu valor máximo e o número de células aumenta. A concentração e a natureza dos nutrientes, a temperatura e o pH, são alguns dos fatores que afetam a velocidade de crescimento. Em função do esgotamento de nutrientes e pela concentração de metabólitos tóxicos a velocidade de crescimento começa a decrescer paulatinamente, dando início à fase estacionária máxima, até que a velocidade de crescimento zere. Finalmente, na fase de morte, a população viável diminui de forma exponencial (Sztern & Pravia, 1999).

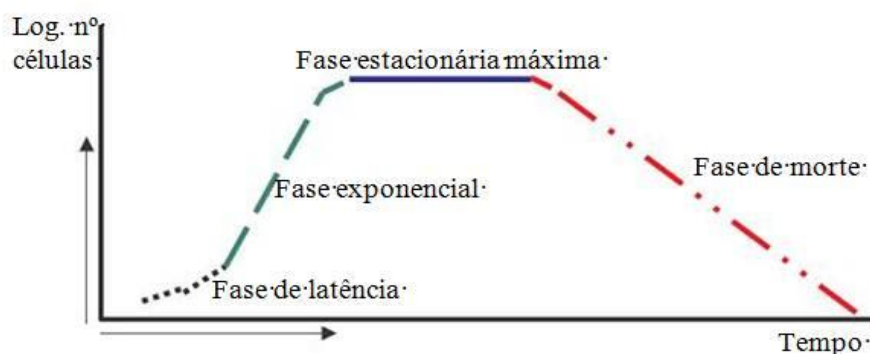


Figura 1. Fases de crescimento microbiano celular (Adaptado de Sztern & Pravia, 1999).

2.5.2 Biofertilizante na agricultura

A utilização do biofertilizante é uma prática recomendada para pequenos agricultores rurais como uma alternativa viável e econômica, além disso, é uma prática recomendada tanto na adubação, como também no controle de fitomoléstias, reduzindo assim os custos com insumos e defensivos (Rocha et al. 2006). Considerando um processo biotecnológico de baixo custo agregado, os biofertilizantes colaboram com a produção agrícola, como fonte sustentável na nutrição e proteção vegetal, sobretudo

pela característica de ser produzido pelo próprio agricultor (Prates & Medeiros, 2001; Fernandes et al, 2005).

Como defensivo natural ou fitoprotetor o biofertilizante exerce ação acaricida (Medeiros et al. (2003b), bactericida, fungicida, inseticida e nematicida (Tratch & Bettiol, 1997; Bettiol et al., 1998). Atua também como estimulador de crescimento das plantas quando fornecido, nas pulverizações, em proporções que variam de 2 a 20% conforme a idade e o tipo de folha da cultura (Santos, 1992; Khatounian, 2001; Roel et al. 2007).

Incrementando o crescimento e a produção da cultura do maracujazeiro-amarelo, o biofertilizante exercendo também eficiência no controle de doenças fúngicas, mantendo o equilíbrio nutricional e biológico, reduzindo custos com agrotóxicos e causando menores impactos ao meio ambiente. Santos et al. (1992), utilizando biofertilizantes líquidos em condições de laboratório, verificaram que o mesmo inibiu a germinação de esporos de fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum gloesporioides*, *Thilaviopsis paradoxa*, *Penicilium digitatum*, *Rhizopus* sp, *Cladosporium* sp e *Fusarium*. Castro et al. (1991) verificaram o controle de *T. paradoxa* em toletes de cana-de-açúcar e Gadelha et al. (1992) obtiveram o controle da fusariose em abacaxizeiro.

A utilização de biofertilizante bovino aplicada ao solo na forma líquida aumenta a velocidade de infiltração da água, devido à matéria orgânica contribuir para melhoria das condições edáficas, principalmente sobre as propriedades físicas, resultando em maior produtividade (Cavalcante & Lucena, 1987; Duenhas, 2004). Do ponto de vista químico, o biofertilizante, geralmente reduz a acidez do solo com a utilização continuada ao longo do tempo e o enriquece quimicamente. Essa ação se deve à capacidade do biofertilizante reter bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas (Galbiatti et al. 1996). Aumentos nos teores de P, Ca, Mg e K no solo foram observados por Oliveira et al. (1986) e Vargas (1990) que os considera uma imensa fonte de nitrogênio. Na sua composição, foi detectada ainda, concentração considerável de micronutrientes como boro, cobre, cloro, ferro, molibdênio, manganês e zinco (Oliveira & Estrela, 1984).

Especificamente no maracujazeiro amarelo a aplicação do biofertilizante por via foliar mantém o pomar nutricionalmente equilibrado em macro e micronutrientes, e

estimula o crescimento dos ramos, expansão da área foliar, o número e a massa média de frutos (Icuma et al., 2000; Collard et al., 2001), no entanto, esses autores ressaltam que as respostas das plantas ao biofertilizante é dependente da composição e do volume aplicado do insumo orgânico.

Santos et al. (2004), estudando o efeito de diferentes volumes de biofertilizantes aplicado na cultura do maracujazeiro amarelo, observaram que os volumes de 0, 4 e 8 L planta⁻¹ de biofertilizante diluído em água na razão de 1:1 aplicados aos 60 e 120 dias após o plantio, resultaram em maior diâmetro caulinar e massa média dos frutos. Já Silva (2003) ao estudar o desenvolvimento do maracujazeiro-azedo em substrato envasado com aplicação de biofertilizante bovino puro, registrou que as doses mais baixas promoveram aumento do crescimento e as mais altas provocaram declínio.

Essa tendência de comportamento, também ocorre quando aplicada ao solo na forma líquida. Martins (2000) testou o biofertilizante diluído em água, nas proporções de 25 e 50%, e fornecido ao solo nos volumes de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 L planta⁻¹, a cada 60 dias após o plantio, e verificou redução da espessura de casca dos frutos, maior desenvolvimento do caule, número de frutos e maior produtividade. Araújo et al. (2008) concluíram que a dosagem de 15 L planta⁻¹ ano⁻¹ no solo foi a que proporcionou maior crescimento e produção do maracujazeiro amarelo e Campos et al. (2008) observaram que o biofertilizante comum, no nível de 15 L m² de cova, antecipou em uma semana a poda do broto terminal e dos ramos laterais do maracujazeiro amarelo, enquanto Rodolfo Júnior et al. (2009) verificaram que a aplicação de 2,4 L planta⁻¹ de biofertilizante comum e supermagro (enriquecido com minerais), 30 dias antes e a cada dois meses após o transplantio, influenciaram positivamente o crescimento, mas não diferiram na produção do maracujazeiro amarelo.

Quanto à fertilidade Santos (2004), Mesquita (2005) e Alves (2006) constataram que a aplicação do biofertilizante na forma líquida elevou o pH, a matéria orgânica e os teores de fósforo, potássio e cálcio do solo respectivamente.

2.5.3 Biofertilizante como atenuador dos efeitos da salinidade às plantas

A procura por tecnologias de manejo que possibilitem a exploração de áreas irrigadas com restrições à salinidade e/ou o uso de água salina na agricultura, com

viabilidade econômica, minimizando os efeitos ambientais da atividade agrícola, em relação aquelas sob cultivo irrigado convencionalmente, tem sido estudada na maioria das culturas comerciais, inclusive no maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al. 2005c; Macedo et al., 2006; Rodrigues et al., 2008; Freire, 2011).

A utilização de insumos orgânicos pode amenizar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a formação de mudas e na condução e manutenção da capacidade produtiva do maracujazeiro. O biofertilizante como fonte de compostos bioativos formados por bactérias, leveduras, algas e fungo, é mais rico em húmus que o esterco bovino fresco que o originou, exercendo ação positiva na nutrição, fitossanidade das plantas, além de estimular a liberação e a produção de substâncias húmicas (Souza et al. 2008).

As substâncias húmicas quando aplicadas ao solo podem induzir o aumento da capacidade de ajustamento osmótico das plantas pela acumulação de solutos orgânicos como carboidratos solúveis totais, açúcares como sacarose, aminoácidos livres, proteínas solúveis e além de outras substâncias desejáveis como a prolina e a glicina betaina para as células das plantas (Baalousha et al., 2006; Mahmoud & Mohamed, 2008; Mellek et al., 2010; Tawfik et al., 2011).

Resultados de Ghoulam et al. (2002), Lacerda et al. (2003), Baalousha et al. (2006), Timothy & Timothy (2008) e Sanchez et al. (2008) revelam que o acúmulo de solutos orgânicos mantém o potencial osmótico no tecido celular menor que o da solução externa. Nessa condição, conforme os autores, as plantas paulatinamente passam a absorver água e nutrientes em meios adversamente salinos. Sempre que esse fenômeno ocorre há incremento da tolerância das plantas aos sais, refletido pela superioridade da emergência das plântulas, crescimento vegetativo e produção de biomassa, como registrado por Campos et al. (2004), Rodolfo Júnior (2005), Sousa et al. (2006) e Cavalcante et al. (2010) respectivamente para mamoneira, tomateiro, maracujazeiro-amarelo e a goiabeira “Paluma”.

No entanto, apesar dos resultados promissores quanto à utilização do biofertilizante na agricultura, são ainda escassos na literatura artigos relacionados à produtividade do maracujazeiro amarelo produzidos em condições de salinidade (Campos et al., 2007; Cavalcante & Cavalcante, 2006; Rodolfo Junior et al., 2008). Por outro lado, a adição do biofertilizante bovino ao solo, na forma líquida, sob irrigação com águas salinas não

elimina, mas reduziu os efeitos degenerativos dos sais, em plantas de tomateiro - *Lycopersicon esculentum* (Rodolfo Junior, 2005), mamoneira - *Ricinus communis* (Campos et al., 2009), maracujazeiro amarelo (Sousa et al., 2008; Nascimento, 2010; Freire, 2011), noni - *Morinda citrifolia* (Nunes et al., 2009), goiaba - *Psidium guajava* (Cavalcante et al., 2010), feijão-de-corda - *Vigna unguiculata* (Silva et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, clima e solo da área experimental

As atividades de pesquisa em campo foram iniciadas no período de março de 2008 até dezembro de 2009, na propriedade Sítio Macaquinhos, localizado no município de Remígio-PB, inserida na Mesorregião do Agreste Paraibano e na Microrregião do Curimataú Ocidental (INTERPA, 2008). A área experimental se distâcia a 8 km ao sul da sede municipal e a 22 km do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Geograficamente o município de Remígio localiza-se pelas coordenadas $6^{\circ}53'15''$ de latitude Sul e a $35^{\circ}48'45''$ longitude Oeste (Figura 2), com 470 m de altitude.



Figura 2. Localização georreferenciada do município de Remígio-PB

O município apresenta clima quente e seco, estação chuvosa curta, do tipo As', segundo a classificação de Köppen adaptado ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982), com vegetação nativa predominante do tipo mata serrana subcaducifólia (SUDEMA, 2004). A estação chuvosa se inicia em março ou abril com término em agosto, podendo se prolongar até setembro (Figura 3), com precipitação anual pluviométrica desde 1997, exceto em 2000 e 2004, inferior a 1000 mm.

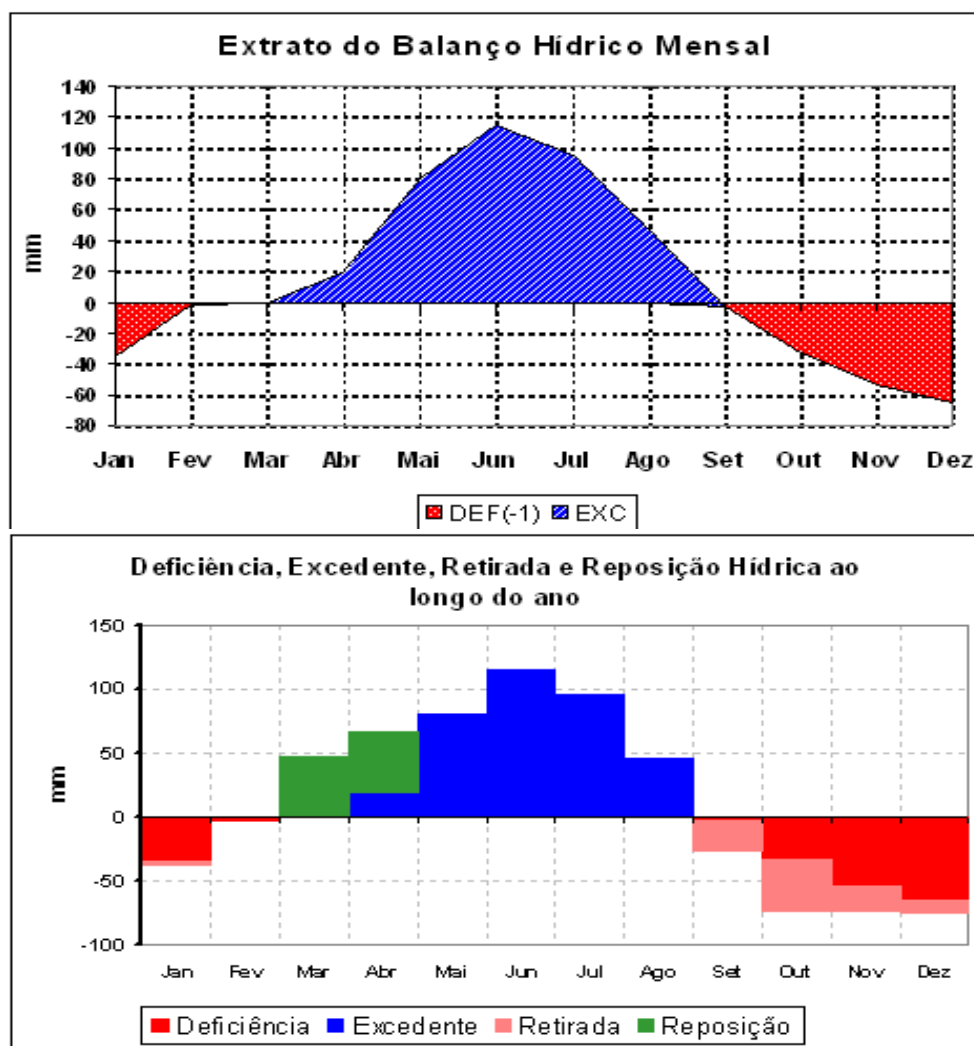


Figura 3. Distribuição média mensal da precipitação e balanço hídrico do município de Remígio-PB nos últimos 30 anos.

A temperatura média do ar, a umidade e a pluviosidade média no local do experimento durante o período de 2008 e 2009, foram de 24,8°C, 74,8% e 956,5 mm, respectivamente. Os dados mensais encontram-se na Tabela 5.

O solo da área experimental é um CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico (Figura 4) caracterizado por apresentar material mineral com horizonte B incipiente imediatamente abaixo do horizonte A húmico com saturação por bases baixa ($V < 50\%$), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Santos et al., 2006). Apresenta ainda, características físicas favoráveis para o cultivo do maracujazeiro amarelo.

Tabela 5. Valores médios mensais de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura no local do experimento, referentes aos anos de 2008 e 2009

Meses	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Precipitação (mm)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Janeiro	26,1	26,5	70,9	72,6	21	35
Fevereiro	26,9	27,4	68,0	80,3	6	126
Março	26,5	26,9	77,2	71,1	154	29
Abril	25,3	25,7	74,6	81,7	106	269
Maio	24,7	25,2	76,8	75,7	102	111
Junho	23,0	23,4	76,8	80,5	165	147
Julho	22,1	22,5	78,1	81,8	85	239
Agosto	22,5	22,8	75,5	78,2	124	113
Setembro	23,2	23,5	72,4	74,4	37	15
Outubro	23,4	23,8	70,6	74,1	0	11
Novembro	25,4	25,9	70,4	71,3	0	3
Dezembro	25,9	26,4	71,1	72,8	7	8
Média/Total	24,6	25,0	73,5	76,2	807	1.106

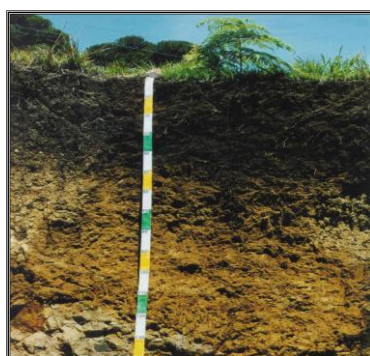


Figura 4. Perfil do solo da área experimental: CAMBISSOLO HÚMICOS Distróficos (Santos et al., 2006)

3.2 Preparo das mudas

As mudas foram conduzidas em sacos de polietileno com substratos constituído por solo retirado da camada de 0-20 cm da área experimental submetido à solarização, mantendo por uma semana coberto com plástico transparente de 150 micra, esterco bovino curtido de relação C/N de 18:1 e cinza oriunda de fornalha de padaria, na proporção de 6:2:2, respectivamente (Chagas et al., 2006; Pires et al., 2008).

As plântulas foram obtidas a partir de sementes extraídas de maracujás frescos, lavadas, retiradas a mucilagem e postas para secar a sombra durante três dias. Em seguida foram tratadas com o fungicida (Thiophanate methyl) e alocadas em recipientes de polietileno preto, bem drenado com dimensões de 18 x 10 cm de altura e largura, respectivamente (Cavalcante et al., 2002b). Foram semeadas quatro sementes por saco, realizando desbaste após término da germinação, deixando-se apenas a plântula mais vigorosa por recipiente.

O transplântio foi realizado em setembro de 2008, procedendo à padronização das mudas e quando essas atingiram 25-35 cm de altura, cinco ou seis pares de folhas e na ocasião da emissão das primeiras gavinhas (Figura 5) em sistema de espaldeira a 2,2 m de altura do solo, em arame liso nº 12 instalado no topo das estacas, no espaçamento de 3 x 3 m.



Figura 5. Distribuição do sistema radicular e da parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo no dia do transplântio

3.3 Preparo e caracterização do substrato

As plantas de maracujazeiro amarelo em campo foram conduzidas em recipientes acondicionados com substrato preparado de material coletado dos primeiros 10 cm do solo, misturados com esterco bovino (relação C/N de 18:1), na proporção em volume de 9:1.

As amostras do substrato foram coletadas no momento da confecção da mistura (solo e esterco bovino) e encaminhadas para os laboratórios de Física do Solo e Química e Fertilidade do Solo, localizado no Departamento de Solos e Engenharia

Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (Tabelas 6 e 7) e determinadas conforme recomendações da Embrapa (1999).

A adubação de fundação foi realizada conforme resultados das análises do substrato, objetivando elevar os teores de P_2O_5 para valor alto, conforme a textura do solo (Ribeiro et al., 1999), e nível médio de potássio em função da presença do íon cloreto na água de irrigação (Cavalcante et al., 2006). Baseado nas análises químicas e físicas do substrato (Tabela 6), aplicou-se 60 e 30 g cova⁻¹ de P_2O_5 e K_2O , respectivamente, utilizando como fonte superfosfato triplo (40% P_2O_5) e cloreto de potássio (58% K_2O).

A caracterização do substrato quanto à salinidade (Tabela 8) foi realizada através de preparo de pastas de saturação (Richard, 1954), utilizando o extrato da pasta saturada.

Tabela 6. Composição física e química do substrato utilizado para cultivo do maracujazeiro amarelo.

Atributos físicos	Valores	Atributos químicos	Valores
Areia (g kg ⁻¹)	810,00	pH em água (1,0:2,5)	7,36
Silte (g kg ⁻¹)	95,00	P (mg dm ⁻³)	216
Argila (g kg ⁻¹)	95,00	K ⁺ (mg dm ⁻³)	666
ADA (g kg ⁻¹)	25,00	Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,42
GF (%)	74,00	Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,40
ID (%)	26,0	Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,02
Ds (kg dm ⁻³)	1,56	H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,25
Dp (kg dm ⁻³)	2,62	Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00
Pt (m ³ m ⁻³)	0,40	SB (cmol _c dm ⁻³)	7,54
M (m ³ m ⁻³)	0,23	CTC _{pH7} (cmol _c dm ⁻³)	9,79
m (m ³ m ⁻³)	0,17	SA (%)	0,00
Ucc (g kg ⁻¹)	107,00	V (%)	78,02
Upmp (g kg ⁻¹)	31,00	M.O. (g dm ⁻³)	24,84
A _{di} (g kg ⁻¹)	76,00	Classificação:	Eutrófico

ADA = Argila dispersa em água; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão; Ds e DP = Densidade do solo e densidade de partículas; Pt = Porosidade total; M e m = Macro e microporosidade; A_{di} = Água disponível; Ucc e Upmp = Umidade de capacidade de campo e ponto de murcha às tensões de 0,01 e 1,5 Mpa; SB = Soma de bases; CTC = Capacidade de troca catiônica; SA = Acidez efetiva (saturação em alumínio); V = Saturação por base; M.O. = Matéria orgânica.

Tabela 7. Concentração de micronutrientes do substrato para cultivo do maracujazeiro amarelo.

B	Fe	Cu	Mn	Zn
----- mg dm ⁻³ -----				
0,38	25,48	1,25	5,65	6,15

Tabela 8. Análise da salinidade do substrato antes da aplicação dos tratamentos para cultivo do maracujazeiro amarelo

pH	CE	RAS	PST	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
	dS m ⁻¹	mmol L ⁻¹	%	----- mmol _c L ⁻¹ -----							
7,72	7,84	6,94	10,42	10,25	11,63	14,79	40,04	7,41	1,82	14,52	53,67

CE = Condutividade elétrica a 25° C; RAS = Razão de adsorção de sódio $[Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+}/2)^{1/2}]$; PST = $[Na^+ / \text{Capacidade de troca catiônica (CTC)}] \cdot 100$.

3.4 Tratos culturais e fertilização

A condução das mudas em campo foi realizada em haste única até o arame de sustentação no topo das estacas, sendo efetuada a poda da gema apical, quando a planta estava com 10 a 15 cm acima da espaldeira, para emissão de dois ramos laterais que foram orientados em sentidos opostos procedendo à poda dos ramos secundários quando estes atingiram 1,5 m. Semanalmente foram realizadas podas das gavinhas durante o período de formação da cultura, bem como, a poda dos ramos terciários deixando-os a 30 cm de distância do solo.

O manejo fitossanitário e o combate às plantas invasoras, foram realizadas através de monitoramento visual, aplicando, quando necessário agente químico de controle (deltametrina, methomyl e tebuconazole), objetivando reduzir a incidência dos agentes agressores (MAPA, 2010). Os tratos culturais necessários, como manejo de podas de condução e de limpeza da cultura foram realizados de acordo com o crescimento e a necessidade estabelecida pela cultura.

No início de cada floração foi realizada polinização manual cruzada, no período da tarde, haja visto que as flores do maracujá amarelo na região de execução do experimento, abrem-se num período que vai das 11:30 às 14:00 horas, permanecendo abertas até às 17:00 horas.

As adubações minerais de cobertura foram realizadas com base na análise do substrato (Tabelas 6 e 7) e na necessidade das plantas (São José et al., 2000), adotando a seguinte forma: a) fósforo - início de cada floração, com dose de 40 g cova⁻¹; b) nitrogênio e potássio - realizada mensalmente após o plantio, superficialmente, distanciada entre 10 a 15 cm do colo das plantas, mantendo a relação N/K de 1:1, fertilizando as covas aos 30 dias com 5 g de N e K planta⁻¹; aos 60 dias com 10 g de N e K planta⁻¹; aos 90 dias com 15 g de N e K planta⁻¹; e, as 120 dias com 20 g de N e K planta⁻¹. A partir do 150 dias, repetiu-se a dose recomendada os 120 dias, utilizando como fonte uréia (45% N) e cloreto de potássio (58% K₂O), respectivamente.

3.5. Delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições, tendo-se nas parcelas aos valores das condutividades elétricas da água de irrigação (CEai) de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, e nas subparcelas, quatro frequências de aplicação do biofertilizante: sem a biofertilizante (SB); aplicação uma semana antes do transplantio (1SAT); a cada 90 dias após o transplantio (90DAT); aplicação uma semana antes e a cada 90 dias após o transplantio (1SAT+90DAT).

As plantas de maracujazeiro amarelo foram conduzidas em covas protegidas das perdas hídricas por percolação (perdas verticais) e por infiltração lateral (perdas horizontais), utilizando lisímetros de drenagem (Figura 6 e 7), produzidas da metade de uma bombona plástica, com diâmetro e altura de 50 e 60 cm respectivamente, com capacidade para 130 dm³ de substrato composto de solo e esterco bovino.

Os lisímetros apresentavam dois drenos, equidistâncias, com 1 cm de diâmetro, constituídos inicialmente por 2,5 cm de brita fina sobreposto com 5 cm de areia lavada de rio e preenchido com o substrato apresentado na Tabela 6, sendo este instalado na superfície do solo da área experimental.

A preparação das águas com seus respectivos níveis salinos (condutividade elétrica), foi realizada semanalmente pela diluição de água salina (C₄S₁) oriunda do açude Jacaré (6°59'40''S e 35°49'16'' - Remígio-PB), com uma água não salina (C₁S₁) de barragem da propriedade Macaquinhos (Tabela 9), armazenadas em caixas de fibra de vidro (Figura 8) com capacidade para 5 m³ (Cavalcante et al. 2005b).



Figura 6. Ilustração e foto da cova suspensa em que foram conduzidas as plantas de maracujazeiro amarelo

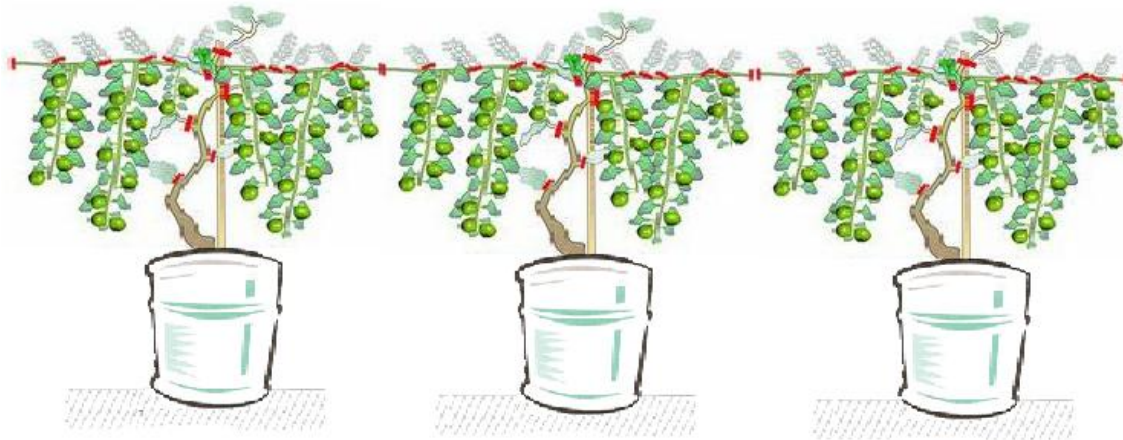


Figura 7. Ilustração do sistema de sustentação do maracujazeiro amarelo em covas suspensas com lisímetros

Tabela 9. Caracterização química da água não salina (A1) e salinas (A2, A3, A4 e A5) utilizada na irrigação do maracujazeiro amarelo

	pH	CEai	RAS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
		dS m ⁻¹	mmol L ⁻¹	----- mmol _c L ⁻¹ -----							
A1	6,40	0,50	2,12	1,67	0,81	0,11	2,37	0,86	ALD	1,12	3,14
A2	6,89	1,50	4,15	1,75	3,72	0,17	6,85	0,70	ALD	1,67	13,84
A3	7,27	2,50	5,87	2,06	5,26	0,29	11,20	0,48	0,05	2,41	29,01
A4	7,50	3,50	8,96	2,24	9,51	0,36	21,85	0,31	0,09	3,03	34,15
A5	7,81	4,50	11,05	2,82	14,94	0,47	32,82	0,29	0,11	3,28	41,05

CEai = Condutividade elétrica a 25° C; RAS = Razão de adsorção de sódio $[Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+} / 2)^{1/2}]$; ALD = Aquém do limite de detecção

A irrigação foi feita pelo método de aplicação localizada (Figura 9), sob pressão de serviço de 16 mca em sistema de gotejamento, espaçados 0,8 m entre si, em tubos de polietileno de alta densidade (PEAD) de 16 mm de diâmetro, em 2 linhas, totalizando

36 m de comprimento, objetivando reduzir as perdas de carga hidráulica para manter a vazão, ao longo de cada subparcela, com pequenas variabilidades.



Figura 8. Diferentes condutividades elétricas das águas utilizadas para irrigação (4,5 a 0,5 dS m⁻¹) e água fortemente salina (27,2 dS m⁻¹)

As plantas foram irrigadas a cada dois dias com cada tipo de água, através do sistema de irrigação localizada por gotejamento, sendo instalado em cada lisímetro, dois gotejadores tipo Catif, com vazão de 3,75 L h⁻¹, cada um espaçado a 20 cm do caule da planta, fornecendo-se uma lâmina suficiente para elevar a umidade do substrato ao nível de capacidade de campo. Para isso, a irrigação de cada parcela era cessada quando ocorria o início da drenagem, pelos drenos instalados na base final de cada lisímetro.



Figura 9. Sistema de irrigação por gotejamento utilizando emissores tipo Catif na condução do maracujazeiro amarelo.

O biofertilizante bovino comum, também chamado de simples ou puro, foi preparado através da fermentação anaeróbica, adicionando-se 100 dm³ de esterco bovino fresco e 100 dm³ de água (CEa \leq 0,5 dS m⁻¹) em recipiente com capacidade para 240 dm³ (Figura 10). O sistema foi mantido hermeticamente fechado durante 30 dias, até atingir pH próximo de 7 (Santos & Akiba, 1996). Para liberação do gás metano produzido pela fermentação foi conectada uma extremidade de uma mangueira fina na parte superior do biodigestor e a outra submersa em recipiente com água para evitar a entrada de ar (Figura 10). Para acelerar a fermentação a cada dois dias era feita uma homogeneização da mistura por agitação.

No período correspondente à aplicação do biofertilizante no substrato, procedeu-se nova diluição, na proporção de 1:1 (biofertilizante e água com CEa \leq 0,5 dS m⁻¹), aplicando-se na superfície do substrato contido nos lisímetros quantidade correspondente a 10% do volume do recipiente (Cavalcante et al., 2007), até o término do experimento. Após diluição e imediatamente antes da aplicação, foi coletado uma alíquota do biofertilizante para análise salina como água para irrigação (Tabela 10), conforme metodologia indicada por Richards (1954) e Embrapa (1999).



Figura 10. Acondicionamento do biofertilizante durante período de fermentação anaeróbica

Tabela 10. Análise química do biofertilizante bovino como água para irrigação.

pH	CE	RAS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Classe
	dS m ⁻¹ (mmol L ⁻¹) ^{1/2}		----- mmol _c L ⁻¹ -----								
6,55	2,76	3,41	4,13	7,02	7,98	8,03	5,08	ALD	1,12	21,81	C ₄ S ₁

C.E. = Condutividade elétrica a 25° C; RAS = Razão de adsorção de sódio $[Na^+ / (Ca^{2+} + Mg^{2+} / 2)]^{1/2}$; ADL = Aquém do limite de detecção; Classe = classificação de Richards (1954)

3.6. Variáveis Analisadas

3.6.1. Variáveis edáficas (fertilidade, salinidade e umidade do substrato)

Simultaneamente com a coleta de folhas, no início de cada floração do pomar (aos 135 e 334 dias após o transplântio) foram obtidas amostras simples dos substratos em cada lisímetro nas profundidades de 0-40 cm, para avaliação da fertilidade e sódio (Embrapa, 1999). Na camada superficial de 0-20 cm foi avaliado a salinidade, pelo extrato da pasta saturada através da condutividade elétrica (CEes), pH e porcentagem de sódio trocável (PST) segundo Richards (1954).

No final de cada estiagem e de cada período chuvoso foram coletadas amostras de solo para avaliação da salinidade, empregando a metodologia de Richards (1954). Essa prática teve como objetivo monitorar o transporte de sais pelas águas ao substrato, assim como constatar se a chuva do período das águas exerceu efeito diluidor e se promoveu a lixiviação dos sais da camada superficial para as camadas mais profundas do perfil do substrato (Cavalcante et al., 2001).

Imediatamente após o término da primeira colheita e da poda de limpeza e frutificação, procedeu-se avaliação do teor de umidade no substrato, utilizando o ECH₂O (Decagon Devices, Inc, USA) (Figura 11) que mede a constante dielétrica do substrato para determinar o teor de umidade volumétrica. A calibração dos resultados obtidos para teor de umidade em campo utilizando sensor dielétrico ECH₂O, foi baseada na equação sugerida por Miranda et al. (2007).



Figura 11. Instalação do eletrodo para leitura da umidade volumétrica do substrato medidos do potencial elétrico dos sensores ECH₂O, com resultado em percentagem.

3.6.2 Variáveis fenométricas, nutricionais e fisiológicas

As variáveis de crescimento, altura das plantas e o diâmetro caulinar, foram analisadas a partir do 15^o dia após o transplântio, sendo a altura das plantas do maracujazeiro amarelo medida semanalmente com trena milimetrada até as plantas atingirem a espaldeira, e os valores do diâmetro caulinar obtidos com paquímetro digital modelo Digimess[®] medido mensalmente a 10 cm do substrato até o 157 dias após o transplântio e ao término do experimento (443 dias após o transplântio). Foram registrados também, os períodos do plantio à poda da haste principal e os períodos da poda dos ramos laterais.

Após mensuração e compilação do banco de dados com as variáveis, altura de plantas e diâmetro caulinar, calculou-se as taxas de crescimento absoluto e relativo, adotando a metodologia e as equações apresentadas por Benicasa (2003):

1. Taxa absoluta do crescimento em altura (cm dia⁻¹): $TCAA = (h_f - h_i) * (\Delta t_1)^{-1}$
2. Taxa relativa do crescimento em altura (cm cm⁻¹ dia⁻¹): $TCRA = (\ln h_f - \ln h_i) * (\Delta t_1)^{-1}$
3. Taxa absoluta do crescimento em diâmetro (mm dia⁻¹): $TCAD = (\Theta_f - \Theta_i) * (\Delta t_2)^{-1}$
4. Taxa relativa do crescimento em diâmetro (mm mm⁻¹ dia⁻¹): $TCRD = (\ln \Theta_f - \ln \Theta_i) * (\Delta t_2)^{-1}$

sendo:

h_f = altura final da planta após a poda do meristema apical (cm);

h_i = altura da planta aos 21 DAT (cm);

\ln = logaritmo neperiano (natural);

Θ_f = diâmetro caulinar da planta ao final do experimento (mm);

Θ_i = diâmetro caulinar da planta aos 21 DAT (mm);

Δ_{t1} = tempo decorrido entre as leituras de h_f e h_i ;

Δ_{t2} = tempo decorrido entre as leituras de Θ_f e Θ_i .

Procedeu-se também a contagem dos números de ramos produtivos emitidos, contados a cada 10 dias a partir do 113 dias após transplântio das mudas nos lisímetros. O comprimento dos ramos produtivos, dos entrenós e o número de nós foram obtidos aos 60 e 150 dias após a poda da haste principal.

No início de cada floração foram coletadas amostras individuais da 3^a ou 4^a folha, a partir da gema apical dos ramos produtivos intermediários sadios (Malavolta et al., 1997) para avaliação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e sódio (Na) do maracujazeiro amarelo (Embrapa, 1999).

A determinação da concentração de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides, foi realizada procedendo à coleta das folhas completamente expandidas (4^a folha) do ramo terciário na região mediana do maracujazeiro, em plena floração da cultura. As folhas foram imediatamente acondicionadas em envelopes de alumínio e armazenadas a baixa temperatura em recipientes térmicos com gelo seco e pó de serragem. Em seguida, o material foi transportado para uma sala escura e com o auxílio de um vazador circular ($\varnothing = 1,6$ cm), foram retirados círculos de tecido vegetal do terço médio das folhas, procedendo à pesagem, em balança de precisão.

Após pesagem, o material foi macerado e colocado em recipientes revestidos com papel alumínio, adicionando-se 25 ml de acetona 80%. Os recipientes ficaram sob-refrigeração (8°C) por 24 horas e, posteriormente, foram filtrados em papel durante 5 minutos (Arnon, 1945). As absorbâncias dos extratos (Figura 12) foram analisadas em espectrofotômetro Carly Zeiss UV-VIS Spekol[®], nos comprimentos de onda (λ) de 470 (A_{470}), 647 (A_{647}) e 663 nm (A_{663}), utilizando acetona a 80% como branco. No cálculo das quantidades de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides (Cl_a , Cl_b , Cl_t e C , respectivamente), foram utilizadas as equações descritas por Lichtenthaler (1987):

$$\text{Clorofila } a \text{ (} Cl_a \text{)} = 12,25 A_{663} - 2,79 A_{647}$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (} Cl_b \text{)} = 21,50 A_{647} - 5,10 A_{663}$$

$$\text{Clorofila total} = 7,15 A_{663} + 18,71 A_{647}$$

$$\text{Carotenóides totais} = (1000 \times A_{470} - 1,82 Cl_a - 85,02 Cl_b) 198^{-1}$$

Os valores obtidos foram transformados para teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides nas folhas, expressos em mg g^{-1} matéria fresca.



Figura 12. Amostras preparadas para determinação dos espectros de absorção de luz das clorofilas e carotenóides.

Imediatamente após o término da segunda colheita, a planta intermediária de cada tratamento na subparcela foi utilizada para avaliação da biomassa total e alocação de biomassa para as raízes, caules (haste e os dois ramos laterais), ramos produtivos e folhas (Benincasa, 2003).

3.6.3. Componentes de produção

Durante os períodos de produção, as colheitas foram realizadas diariamente retirando-se das plantas os frutos com pelo menos 20% do volume da casca amarelada, condicionados em caixa tipo K, para obtenção do número, massa de frutos e produção por planta.

3.7. Avaliação estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste F, a nível de 5% de significância (Anexo). As médias foram submetidas à comparação pelo teste de Tukey para diagnóstico de efeitos qualitativos dos tratamentos, frequências de aplicação do biofertilizante e os valores quantitativos referentes aos níveis salinos das águas por

regressão polinomial (Ferreira, 2000; Banzatto & Kronka, 2006), utilizando o programa SAS versão 9.2 (SAS, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da fertilidade do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas e biofertilização

4.1.1 Acidez potencial do substrato ($H^+ + Al^{3+}$)

A interação salinidade da água x frequência de aplicação do biofertilizante exerceu ação significativa na acidez potencial do substrato (Figura 13). O aumento da CEai das águas elevou em 41% os teores de ($H^+ + Al^{3+}$) do solo, passando os valores considerados baixos de 1,53 na CEai de 0,5 dS m⁻¹ para médios com 2,16 cmol_c dm⁻³ na CEai de 4,5 dS m⁻¹ (Cavalcanti et al., 2008). O aumento da frequência de aplicação do biofertilizante no substrato aumentou a acidez potencial, com intensidade superior nos tratamentos 90DAT e 1SAT+90DAT, que resultaram nos maiores teores de $H^+ + Al^{3+}$ no substrato (Figura 13).

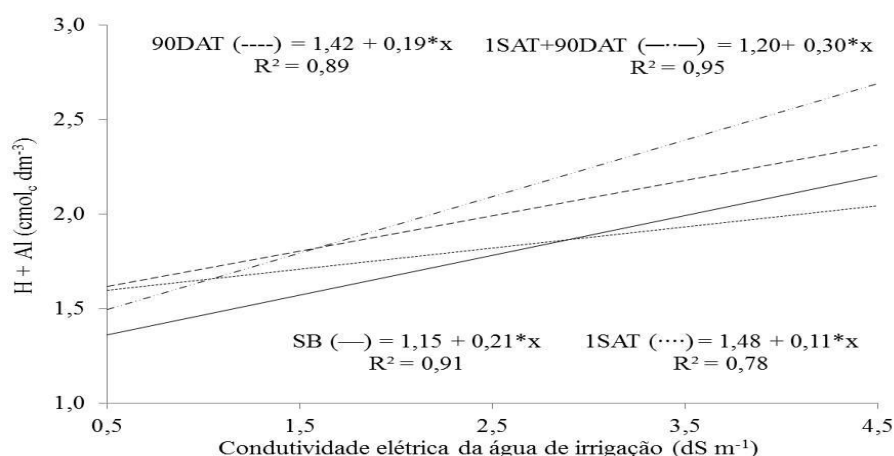


Figura 13. Teores de hidrogênio + alumínio (H+Al) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

Esse comportamento está de acordo com o verificado por Pereira et al. (2006) e Nolla et al. (2009), indicando a redução da alcalinidade do solo e consequente redução do potencial hidrogeniônico, devido ao aumento de $H^+ + Al^{3+}$ no solo.

A elevação da acidez potencial do substrato observada na Figura 13 condiz com Nascimento (2010) e Freire (2011), após registrarem aumento dos teores de $H^+ + Al^{3+}$ nos tratamentos irrigados com água salina. Porém, esses dados contradizem os obtidos por Garcia et al. (2008), que não registraram aumento dos teores de alumínio mais hidrogênio em solos irrigados com águas salinas de até 10 dS m^{-1} .

Quanto às aplicações de biofertilizante, provavelmente com a maior adição do insumo nos tratamento de maiores frequências, provocou a liberação por dissociação de prótons de grupamentos carboxílicos e fenólicos, resultantes do processo de produção do biofertilizante por fermentação anaeróbica ou pela decomposição do material orgânico não decomposto presente no insumo e no substrato, produzindo compostos de caráter ácidos como a huminas, ácidos fúlvicos e húmicos (Stevenson, 1994), responsáveis pela elevação da acidez potencial e, conseqüentemente, pela maior formação de cargas negativas (Wiethölter, 2002; Nolla & Anghinoni, 2006).

Galbiatti et al (1996), relatam que a utilização continuada do biofertilizante, geralmente reduz a acidez do solo, devido à capacidade do insumo em reter bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas como inclusive discutem também Collard et al. (2001) e Galbiatti et al. (2011). Além disso, o biofertilizante, por ser um composto bioativo, contém células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) que quando aplicado ao solo, podem estimular e/ou promover o desenvolvimento de colônias desejáveis na biota do solo, desde que não haja fatores limitantes ao desenvolvimento (Meirelles et al., 1997; Santos, 2004; Darolt, 2006). Essas colônias promovem liberação do íon H^+ , resultante da quebra dos compostos da matéria orgânica, promovendo aumento da acidez potencial (Silva et al., 2004).

4.1.2 Matéria orgânica no substrato

O teor de matéria orgânica de $24,84 \text{ g kg}^{-1}$ antes do plantio (Tabela 6) é considerado adequado para a cultura do maracujazeiro amarelo, conforme Cavalcanti et al. (2008). Apesar dos aumentos do teor de matéria orgânica de $13,82$ para até $23,69 \text{ g kg}^{-1}$ em função do aumento da salinidade das águas (Figura 14A) e de $10,57$ para $26,45 \text{ g kg}^{-1}$ com as aplicações do biofertilizante (Figura 14B), o substrato apresentava, no

início da primeira floração, um teor médio de aproximadamente 19 g kg^{-1} , evidenciando, portanto, redução de 23,51%, quando comparado com os teores referentes antes do plantio.

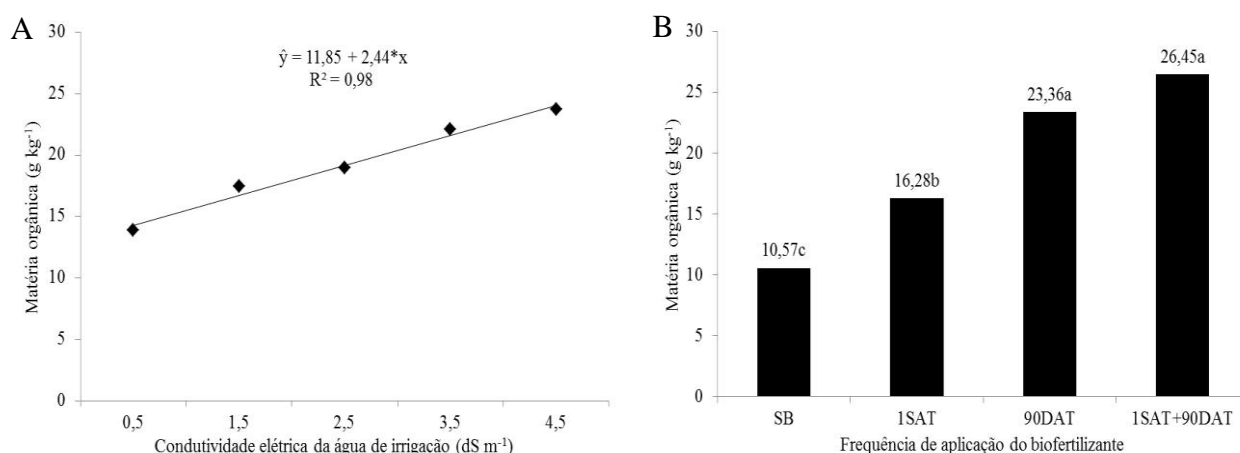


Figura 14. Matéria orgânica do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

A diminuição do teor de matéria orgânica indica que o insumo orgânico incorporado na confecção do substrato foi mineralizado resultando na disponibilização dos nutrientes às plantas do maracujazeiro. A redução indica ainda, presença e ação de organismos decompositores, que por reações de redução e sínteses, liberam carbono, nitrogênio e outros componentes durante o processo de decomposição, sendo parte perdida por volatilização à atmosfera na forma de gás (CO_2 , NH_3). Outra parte é imobilizada pelos microrganismos decompositores, perdida por lixiviação ou direcionado à produção de substâncias húmicas e uma menor parte é prontamente disponibilizada às plantas (Stevenson, 1985; Stevenson, 1994; Matos et al., 2008; Ebeling et al., 2011).

A água salina aumentou o teor de matéria orgânica, sendo a CEai de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ a que obteve o menor valor de matéria orgânica no substrato com $13,82 \text{ g kg}^{-1}$, considerado baixo por Malavolta (2006). Os teores de matéria orgânica aumentaram linearmente, atingindo teores considerados médios (Malavolta, 2006), obtendo $23,69 \text{ g kg}^{-1}$ na CEai de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, incremento comparativamente superior a 71% (Figura 14A) em relação ao tratamento testemunha (CEai de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$).

A superioridade dos teores de matéria orgânica nos tratamentos com água salina, observados na Figura 14A, pode não ser desejável, pois como não houve adição suplementar de esterco bovino ao substrato, durante a execução do experimento, evidência que provavelmente o aumento do teor salino do substrato em decorrência da irrigação com águas de concentrações salinas crescente, inibindo a decomposição e mineralização da matéria orgânica.

Esse comportamento também foi evidenciado por Ciotta et al. (2003), Costa et al. (2008a) e Freire (2011), ao relatarem que o aumento da salinidade da água de irrigação ocasionou elevação no teor de matéria orgânica no substrato, devido a menor taxa de mineralização do insumo orgânica. Figueiredo et al. (2006) e Santos (2010), afirmam que a adição contínua e prolongada de águas com restrições a utilização por risco à salinização, comprometem o desenvolvimento de comunidades microbiológicas e os processos naturais de degradação da matéria orgânica.

O aumento da frequência de aplicação do biofertilizante provocou acumulação do teor de matéria orgânica no substrato (Figura 14B), tendo os tratamentos 90DAT e 1SAT+90DAT, resultando nos maiores teores, em média de $24,90 \text{ g kg}^{-1}$, mas, sem diferirem entre si. A aplicação realizada 1SAT, com valor de $16,28 \text{ g kg}^{-1}$ superou em 54% ao tratamento sem a aplicação do insumo (SB). Essa superioridade não deve ser atribuída isoladamente ao biofertilizante, uma vez que o substrato já continha nível médio de matéria orgânica (Tabela 6), mesmo considerando que o biofertilizante promova elevação nos teores orgânicos do solo, seja pela adição de carbono ou pela população de microrganismos resultante da decomposição da matéria orgânica adicionada ao solo (Fernandes et al., 2000; Araújo et al., 2007).

O biofertilizante quando aplicado ao solo passa a inocular microrganismos (Bettiol et al., 1998; Gondim et al., 2010), que juntamente com a adubação orgânica de fundação realizada com o esterco bovino antes do transplante das mudas, promovem degradação/mineralização dos compostos orgânica por reação de síntese de produtos formando ácido húmico e fúlvico (Stevenson, 1985), resultando em estabilização ou acúmulo de matéria orgânica no solo (Baalousha et al., 2006; Mahmoud & Mohamed, 2008; Pinto et al., 2008; Tawfik et al., 2011).

Os resultados da Figura 14B, divergem dos encontrados por Araújo & Santos Junior (2009), Rodrigues et al. (2009b) e Nascimento (2010), que não registraram

efeitos significativos, para doses crescentes de biofertilizante, em covas com esterco bovino indicando a possibilidade de o biofertilizante exercer efeito negativo sobre a matéria orgânica do solo, em ambiente com fertilidade mineral elevada. No entanto, está em conformidade com Rodolfo Júnior (2007), Alves et al. (2009) e Freire (2011) que obtiveram incrementos da matéria orgânica no solo resultante da adição do biofertilizante, em função das dosagens aplicadas e à mineralização devido à digestão durante o processo de fermentação.

4.1.3 Fósforo no substrato

Os teores de fósforo (P) no substrato em função das irrigações com águas salinas e com aplicação de biofertilizante não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 15).

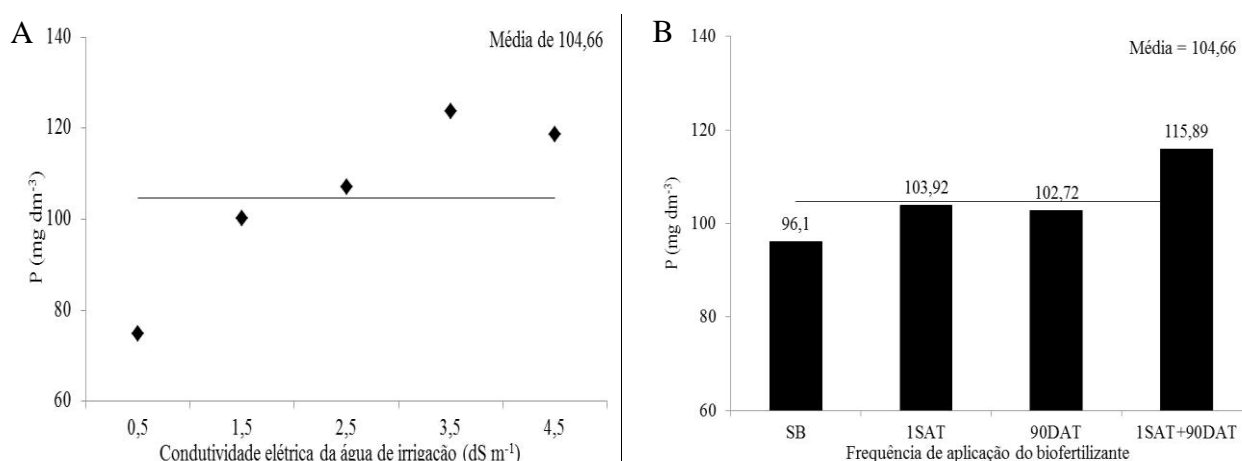


Figura 15. Teores de fósforo (P) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

Os teores de P no substrato foram superiores aos 45 mg dm⁻³ considerados elevados por Cavalcante et al. (2002a) e Malavolta (2006). Essa superioridade é resultante do elevado teor do nutriente no substrato (Tabela 6) e da adubação em cobertura com superfosfato triplo no início da floração das plantas. Apesar da paridade, percebe-se tendência de incremento de 33,8; 43,1; 65,4 e 58,5% correspondentes às

águas de condutividade elétrica 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dSm⁻¹ em relação à água não salina de 0,5 dSm⁻¹ (Figura 15A).

A tendência no aumento dessa disponibilidade de fósforo no substrato pode ser resultado da adição de sais provenientes da água de irrigação, que por promover a elevação da acidez potencial da solução do substrato, para valores próximos de 6,5 aumenta a disponibilidade de vários elementos, inclusive fósforo (Ponnamperuma, 1972). Dentre os componentes, os oxidróxidos que exercem adsorção química ou específica do fósforo, são capazes de modificar sua dinâmica e forma, podendo resultar na sua liberação, para a solução do solo (Vahl, 1999; Andrade et al., 2003).

A elevação da acidez potencial pode ter contribuído ainda, nos processos de disponibilidade do fósforo com compostos de cálcio (Nascimento, 2010) principalmente para a forma preferencialmente absorvidas pelas plantas, H₂PO₄⁻ em relação a HPO₄⁻², preferencialmente adsorvida (Novais et al., 2007). Além disso, o incremento da acidez potencial, até certo limite, contribui para maior atividade microbiológica do solo, promovendo maior solubilização dos compostos fosfatados existentes no solo (Vessey, 2003).

Stanford et al. (2004) observaram que na maioria dos biofertilizantes resultante da fermentação do esterco bovino, há a presença de bactérias do gênero *Acidithiobacillus* na composição biológica do biofertilizante bovino fermentado anaerobicamente, sendo estas bactérias capazes de promoverem aumento dos teores de fósforo disponível associado à elevação da acidez potencial da solução do solo, podendo ser indicado em pastagens tropicais (Kucey et al., 1989), bem como em culturas perenes ou de ciclo longo (Araújo & Santos Júnior, 2009).

A ausência de efeitos do biofertilizante (Figura 15B) pode estar associada aos elevados teores de fósforo no substrato e da adubação fosfatada no início da floração das plantas (Tabela 6).

Além do elevado teor de P no substrato e da adubação no início de floração do pomar, os elevados teores segundo Hayne (1984), Delgado et al. (2002) e Andrade et al. (2003), podem ser devidos à contribuição das substâncias húmicas provenientes do biofertilizante aumentou a disponibilidade de fósforo no substrato. Dessa forma, o intervalo entre as aplicações e por consequente, a liberação dos ácidos húmicos e fúlvicos tenha contribuído para o aumento da liberação do fósforo em função das

frequências de aplicação do biofertilizante (Rodolfo Júnior, 2007; Rodrigues, 2009b; Nascimento, 2010).

4.1.4 Potássio no substrato

Os teores de potássio (K) do substrato, assim como os de fósforo, não sofreram interferências do aumento da salinidade das águas e nem das distintas frequências de aplicação do biofertilizante. Os teores foram reduzidos de 81,79 para 75,91 mg kg⁻¹ entre os tratamentos irrigados com as águas de menor e maior salinidade e de 81,21 para 78,04 mg kg⁻¹ entre o substrato sem biofertilizante em relação às distintas frequências de aplicação do insumo (Figura 16A). Esses valores expressam teores baixos conforme contido em Cavalcante et al. (2002a), no qual afirmam que solo com valores abaixo de 90 mg kg⁻¹ são classificados com disponibilidade restrita às plantas. Ao relacionar os valores entre cada água salina com o da água não salina, obtêm-se os declínios de 1,7; 3,4; 2,4 e 7,3%.

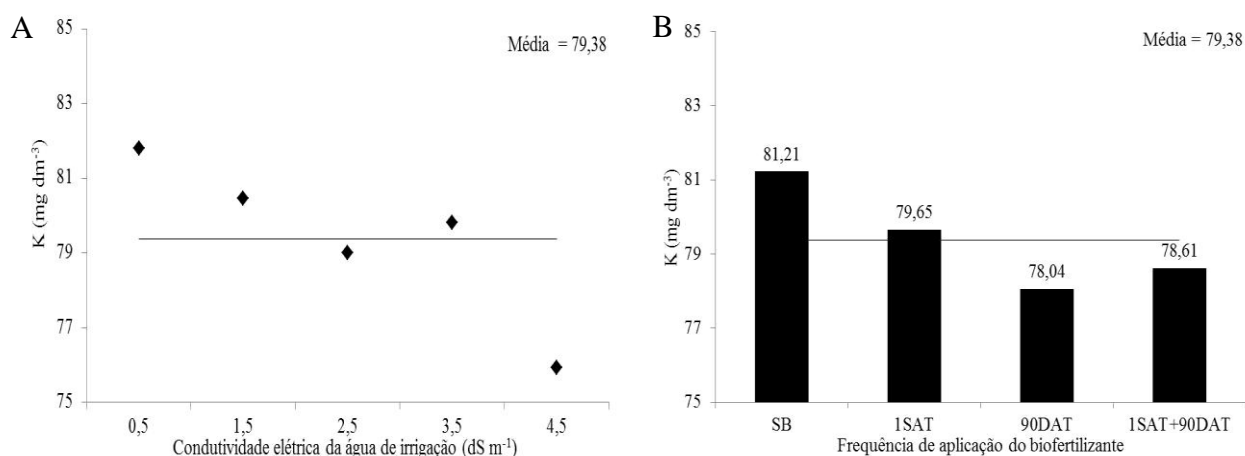


Figura 16. Teores de potássio (K) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplântio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio e a cada 90 dias, após transplântio.

A diminuição de potássio com o aumento do teor salino das águas diverge de Costa et al. (2008a) após constatar maiores teores do nutriente no solo com o aumento da salinidade da água de irrigação. Por outro lado Azevedo Neto et al. (2000) afirmam que o potássio por ser um elemento dinâmico e com grande mobilidade apresenta alta

capacidade de troca catiônica, podendo ser deslocado pelos efeitos do antagonismo por cátions bivalentes e monovalentes, como o cálcio, magnésio e o sódio, dependendo do fator intensidade desses cátions na solução do solo.

No que se refere aos efeitos do biofertilizante também não houve alterações das quantidades de potássio no substrato em função da frequência de aplicação (Figura 16B). Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade et al. (2009) que não observaram diferenças significativas entre os tratamentos com biofertilizantes de rocha no cultivo do feijão caupi. Doralt (2006) afirma que em solos de fertilidade elevada à adição do biofertilizante, independentemente do tipo de preparo e das dosagens utilizadas, não promovem alteração dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio. Comportamento também observado por Diniz (2009) para os teores de potássio em solos fertilizados com esterco bovino líquido fermentado e adubação nitrogenada.

Resultados de Santos (2004), Rodolfo Júnior (2007), Rodrigues et al. (2008), Nascimento (2010) e Freire (2011) indicam que o biofertilizante puro ou comum aplicado na forma líquida promoveu acréscimo nos teores de potássio, em solo de baixa fertilidade.

Essas situações evidenciam que as adubações mensais de potássio na forma de cloreto de potássio, totalizando 320 g cova⁻¹ de K₂O, realizadas de acordo com as tabelas de recomendação proposta por Lima & Cunha (2004), para pomares de maracujazeiro amarelo, nas condições de manejo desta pesquisa, foram insuficientes para manter os valores adequados de potássio no substrato. Bem como, as aplicações do biofertilizante também não promoveu elevação dos teores do elemento no substrato, sendo que os teores estavam inferiores aos 120 mg dm⁻³ admitidos adequados (Cavalcante et al., 2002a), no entanto, as plantas de maracujazeiro amarelo, não emitiram sintomas visuais de deficiência do respectivo nutriente.

A redução nos teores de potássio no substrato pode ser resultante de fatores como perdas por lixiviação já que a irrigação era feita até o início da drenagem do substrato. No entanto, plantas sob condições de estresse salino absorvem mais potássio do solo (Fernandes et al., 2010), na tentativa de minimizar o efeitos deletérios do estresse, tentando manter o equilíbrio osmótico (K⁺/Ca⁺² foliar) e a redistribuição de parte do K⁺ para a produção dos frutos, como ocorre com o maracujazeiro amarelo.

4.1.5 Cálcio no substrato

O aumento da salinidade das águas de irrigação (Figura 17A), não exerceu efeitos significativos para o teor de cálcio (Ca) trocável no solo, obtendo média de $4,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, valor considerado satisfatório por Malavolta (2006).

Observa-se na Figura 17A, tendência de aumento dos teores de cálcio, com incremento de 22% entre os tratamentos irrigados com água de CEai de 0,5 para $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, aumentando de $3,82$ para $4,66 \text{ mg dm}^{-3}$. Esse incremento é resultado da adição do nutriente ao substrato pelas irrigações (Tabela 6), como registrado também por Nascimento (2010), pela aplicação do esterco bovino ao substrato e pela adição do biofertilizante ao substrato nas diferentes frequências de aplicação (Figura 17A).

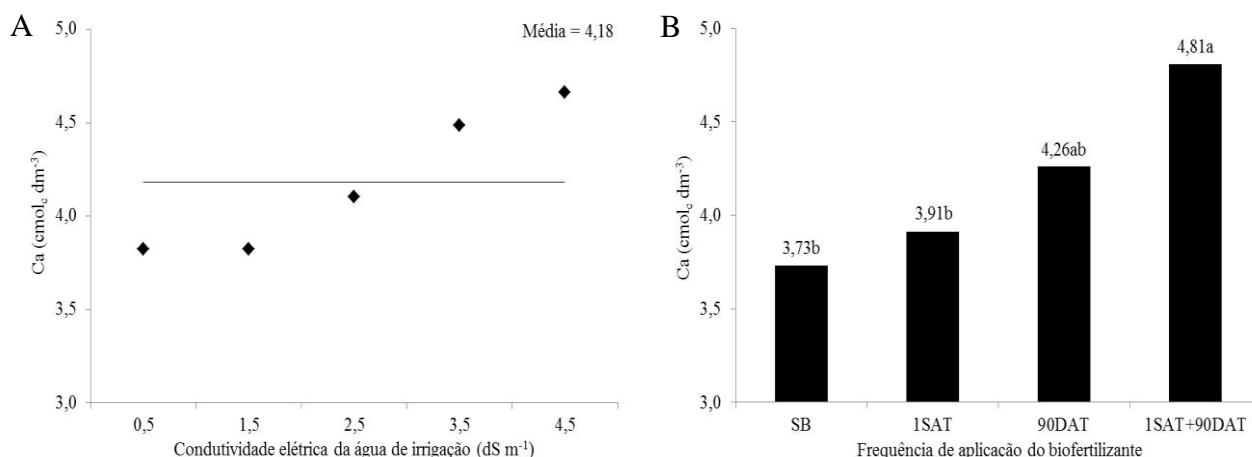


Figura 17. Teores de cálcio (Ca) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplântio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio e a cada 90 dias, após transplântio.

Situação semelhante também foi apresentada por Santana et al. (2003) ao constatarem aumentos dos teores de cálcio e fósforo em solos inicialmente não salinos, irrigados com águas de salinidade crescente de $0,1$ a $5,5 \text{ dS m}^{-1}$. Os respectivos autores atribuem esse comportamento, a substituição do sódio nos sítios de troca pelo cálcio e magnésio, que podem aumentar temporariamente a disponibilidade desses elementos na solução do solo até exaustão de suas fontes de reservas, caso não haja reposição, uma

vez que também podem ter os teores reduzidos em função de perdas por lixiviação e/ou precipitação (Mendes et al., 2008).

O aumento da disponibilidade de cálcio no solo é desejável, visto que nos solos com as maiores CEai, possivelmente haja predominância de sais de sódio, em relação ao cálcio, podendo haver a dispersão de colóides, afetando fisicamente o solo. Com a maior disponibilização de cálcio, esse elemento tende a contrapor o efeito adverso causado pelo íon sódio (dispersão dos colóides do solo), já que o Ca^{+2} possui maior energia de adsorção, fazendo com que a dupla camada difusa comprima-se, evitando a dispersão dos colóides do solo (Ferreira, 2001; Freire et al., 2003).

As frequências de aplicação do biofertilizante aumentaram a disponibilidade de cálcio no substrato (Figura 17B), com superioridade para as maiores frequências de aplicação, 90DAT e 1SAT+90DAT, quando comparados com os tratamentos SB e 1SAT. As respectivas aplicações do efluente orgânico elevaram os teores do nutriente de nível médio (entre 2,41 e 4,00 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para alto ($> 4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), segundo Cavalcante et al. (2002a). Tendência semelhante foi observada também por Santos (2004), Rodolfo Júnior (2007), Rodrigues et al. (2008), Diniz (2009) e Nascimento (2010) ao avaliarem o efeito do biofertilizante em solo cultivado com maracujazeiro amarelo.

O biofertilizante além de ser um insumo orgânico utilizando como fonte qualitativa de nutrientes, por conter em sua composição macro e micronutrientes é também um composto inoculante de microrganismos ao solo, que promovem mineralização da matéria orgânica presente no substrato, e do próprio composto, aumentando a disponibilidade de nutrientes às plantas (Diniz, 2009).

O substrato antes da aplicação dos tratamentos, apresentava teor de cálcio de 3,37 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 6), e no período de avaliação da fertilidade edáfica (Figuras 18) as concentrações do elemento variaram de médio 3,73 e 3,91 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para alto 4,26 e 4,81 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Cavalcante et al., 2008).

4.1.6 Magnésio no substrato

O teor de magnésio (Mg) aumentou com a elevação da salinidade da água de irrigação (Figura 18A), passando segundo Cavalcante et al. (2008), de valores

considerados altos, $1,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no tratamento com água de boa qualidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) para teores muito altos de $1,99 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no tratamento com água de maior severidade salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$), incremento superior a 95%.

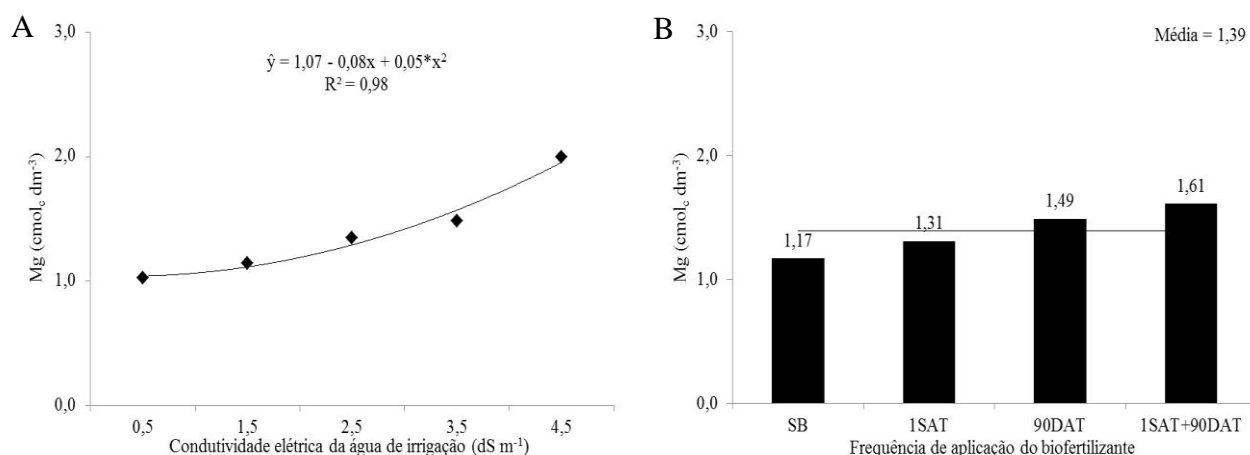


Figura 18. Teores de magnésio (Mg) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

Comportamento semelhante foi observado por Cavalcante et al. (2005c) e Pessoa (2009), que atribuíram esse efeito ao deslocamento do magnésio do complexo de troca pelos íons de sódio fornecidos pela água salina de irrigação. Lima et al. (2007) estudando o comportamento de diferentes CEai em um solo não salino, verificou também que o aumento da CE no extrato de saturação do solo aumentou a salinidade do solo, bem como, aumentou a disponibilidade de magnésio, passando de $3,51$ para $6,49 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente para CE de $0,5$ a $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Outro fator que deve ser considerado é que, a utilização de água com teores elevados de sais na irrigação é de certa forma, fonte de alguns nutrientes, que interagindo com as reações edáficas, podem provocar aumento da disponibilidade de elementos ao solo, dentre eles o magnésio (Cavalcante & Cavalcante, 2006). Ulzurrun (2000) estudando a composição química de águas para irrigação com diferentes CE, verificou variação quantitativas e qualitativas nas concentrações de sais, havendo predominância do cloreto de sódio (NaCl), o sulfato de magnésio (MgSO_4), o sulfato de sódio (Na_2SO_4), o cloreto de magnésio (MgCl_2) e o carbonato de sódio (Na_2CO_3). Souza et al. (2006) afirma que em alguns casos a adição de sais ao solo pode ser benéfico,

tanto do ponto de vista da fertilidade do solo como para nutrição das plantas, porém o que diverge entre o benefício e o efeito depressivo é a natureza do solo, a solubilidade e a concentração desses sais no solo.

O aumento da disponibilidade de magnésio no substrato pode ser indesejável, pois pode resultar ao longo do ciclo da cultura do maracujazeiro amarelo, com o uso contínuo de águas de irrigação com CE elevada, deficiência de magnésio, como evidenciado por Grattan & Grieve (1999a). Esses autores relatam haver deficiência de magnésio em ambientes com irrigação de água com risco de salinização, resultando em plantas estressadas por sais, reduzindo o crescimento por alterarem a razão cálcio/magnésio, acarretando queda da razão de fotossíntese e declínio na eficiência do uso de água. No entanto, Costa et al. (2008b) testando a salinidade da água de irrigação entre 0,5 e 4 dS m⁻¹ e o uso de cobertura morta na cultura do amaranto, verificaram não haver modificação dos teores de magnésio do substrato.

O teor de magnésio, assim como ocorreu para o cálcio, não foi influenciado pelas frequências de aplicação do insumo orgânico, obtendo média de 1,38 cmol_c dm⁻³.

Nos experimentos utilizando o esterco líquido de bovinos no solo como adubo orgânico Araújo (2007), Silva et al. (2008) e Freire (2011), observaram efeitos nos teores de cálcio e magnésio no solo, suficiente para promover o equilíbrio nutricional do maracujazeiro amarelo. No entanto, Rodrigues et al. (2009a) utilizando biofertilizante Supermagro, não registraram efeitos da sua aplicação sobre os teores de magnésio no solo, devido ao antagonismo exercido do potássio sobre o magnésio (Malavolta et al., 1997; Raij et al., 2001; Souza et al., 2008).

Considerando a elevação da acidez potencial da solução do substrato esperava-se haver incremento dos teores de magnésio no substrato com as aplicações do biofertilizante, como evidenciado por Freire (2011), porém, a redução dos teores de potássio com a elevação da CE_{ai} (Figura 16), é possível que tenha minimizado o efeito antagonico, em relação ao potássio.

4.1.7 Sódio no substrato

As irrigações com águas salinas promoveram acúmulo de sódio (Na) no substrato com o aumento da condutividade elétrica das águas, tendo os valores aumentado em

mais de 195%, elevados de 1,79 para 5,29 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ entre os tratamentos irrigados com as águas de CEai 0,5 e 4,5 dS m^{-1} , respectivamente (Figura 19). Esse expressivo aumento influencia na elevação do caráter salino do substrato, e consequentemente, provoca perda da qualidade física do substrato pela dispersão das argilas (Ribeiro, 2010).

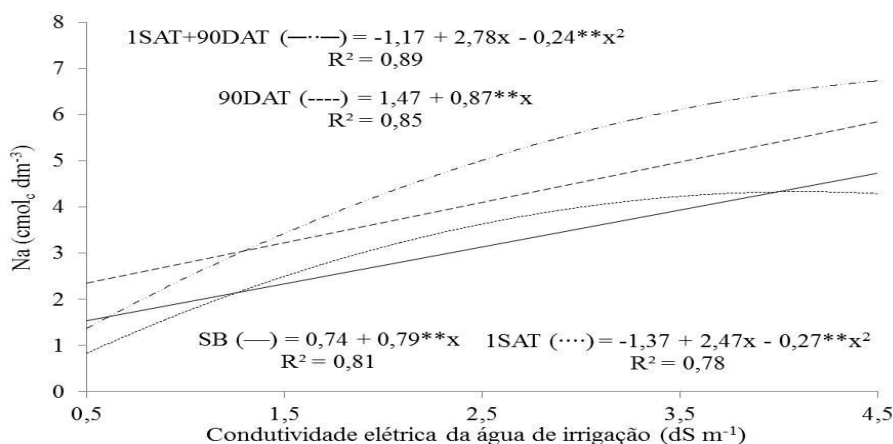


Figura 19. Teor de sódio (Na) do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

Apesar do elevado aumento, as irrigações com água salina de $\text{CE} \leq 1,5 \text{ dS m}^{-1}$ não elevaram expressivamente as concentrações de sódio, pois o substrato, antes do transplantio da mudas, apresentava teores de 1,02 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 6), resultante também do teor de Na^+ do esterco bovino ao substrato. Conforme resultados de Oliveira et al. (2009) o esterco bovino pode elevar os teores de sódio do solo. O aumento do teor de sódio no substrato deve-se a concentração do elemento nas águas de irrigação (Mendes, 2007) e em alguns casos, dependendo da CEai e da lâmina de irrigação aplicada, podem ser encontradas em proporções consideráveis interferindo nos índices de sais solúveis, nos teores de Na^+ trocável no solo e/ou na porcentagem de sódio trocável (Richards, 1954; Hue, 1995; Pereira, 2000; Garcia et al., 2008; Holanda Filho et al., 2011).

O aumento de sódio com valores de 3,1 a 6,8 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nos tratamentos irrigados com águas de 2,5 a 4,5 dS m^{-1} , elevou o risco de sodificação do substrato. Aumentos semelhantes também foram registrados por Freire et al. (2003), Cavalcante et

al. (2005a), Silva et al. (2007), Pessoa (2009) e Freire (2011), que relatam valores crescentes de sódio trocável no solo com o aumento da salinidade da água de irrigação.

Com referência ao biofertilizante, os valores nos tratamentos sem o insumo (SB) e com aplicação uma semana antes do transplântio (1SAT), não diferiram entre si, para os teores de sódio no substrato (Figura 19). Essa situação evidencia que o maior responsável pelo acúmulo de sódio ao substrato foi o aumento da salinidade das águas de irrigação. Por outro lado, a irrigação com águas de CEai superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ associada às maiores frequências de aplicação do insumo orgânico promoveram um maior incremento de sódio ao substrato, sendo superior no tratamento com aplicação 1SAT+90DAT em relação ao tratamento com aplicação a cada 90DAT.

O aumento da concentração de sódio em solos tratados com biofertilizante é relatado por alguns autores, que afirmam que o teor de sódio do solo aumentou com a adição do biofertilizante sob irrigação com águas de boa qualidade (Rodolfo Júnior et al., 2005; Souza et al., 2008) e com águas moderadamente salinas (Nascimento, 2010; Freire, 2011).

O biofertilizante como insumo orgânico quando adicionado a um solo irrigado com águas salinas, eleva o conteúdo salino do solo, porém essa elevação, não compromete o crescimento das plantas (Rodolfo Júnior et al., 2005), pois o biofertilizante tem evidenciado atenuar os efeitos depauperantes da salinidade da água de irrigação, por reduzindo o potencial osmótico da solução do solo promovido pela ação da mistura dos sais ou complexo salino, exercendo ainda, efeito positivo no ajustamento osmótico de diversas culturas como o maracujazeiro (Sousa et al., 2008), a mamoneira (Campos et al., 2009b), limão cravo (Rebequi et al., 2009), goiabeira (Cavalcante et al., 2010) à salinidade da água e do solo.

Outros autores relatam que a adição de matéria orgânica ao solo eleva o conteúdo salino do solo, como constatado por Miguel et al. (1998), Carvalho (1999), Pereira (2000), Lima et al. (2001) e Cavalcante et al. (2007a), ao avaliarem os efeitos de águas salinas em substratos contendo matéria orgânica.

4.1.8 Soma de bases no substrato

Os valores da soma de bases referentes aos elementos Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} e Na^{+} , revelou interação significativa entre as CEai e as frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 20).

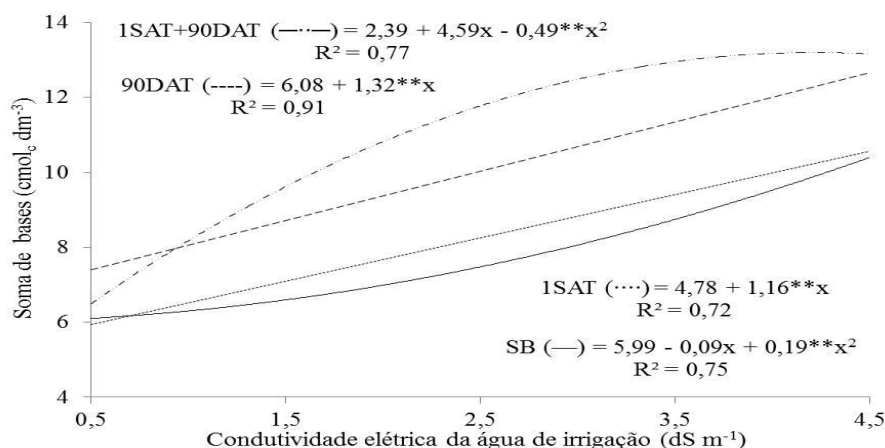


Figura 20. Soma de bases do substrato cultivados com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

A soma de bases aumentou com o acréscimo da salinidade da água, com superioridade significativa para as CEai a partir de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$. A adição de sais ao substrato provocou incremento superior médio de 68% entre as água de CE de $0,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, passando de $6,76$ para $11,37 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 20). Comportamento semelhante foram verificados por Santana et al. (2003), Freitas et al. (2007), Santana et al. (2007) e por Campos et al. (2009a), que verificaram aumento das somas de bases em até 45 e 80%, utilizando águas salinas com CE de 5 e 8 dS m^{-1} , respectivamente.

O substrato antes da aplicação dos tratamentos apresentava soma de bases de $8,17 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$, sendo o cálcio e o magnésio os elementos em maior proporção, correspondendo a 52% desse valor, sendo seguido pelo sódio e potássio, com 27 e 21%, respectivamente (Tabela 6). Quando realizado a análise química do substrato (Figura 20), os valores médios de cálcio e magnésio são praticamente mantidos, equivalendo a 57% dos cátions presentes na soma de bases. No entanto, ocorre aumento considerável

do sódio, correspondendo a 41% da soma de base, que passa a deslocar o potássio do complexo de troca do substrato, que representa apenas 3% dos valores de soma de base.

Valores de soma de bases superior a $6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, são considerados elevados segundo Cavalcanti et al. (2008), e podem prejudicar a exploração de culturas como o maracujazeiro amarelo, pois nem sempre o aumento da soma de bases, corresponde em aumento da fertilidade do solo, como evidenciado em ensaios com águas salinas, em que o aumento da CEai reduz as concentrações de cálcio, magnésio e potássio no solo, e passam a incrementar os teores de sódio, que em proporções elevadas passa a ser limitante no estabelecimento, na condução e na produção agrícola (Cavalcante & Cavalcante, 2006).

Os tratamentos com aplicação de águas com CEai de 0,5 e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e com as aplicações nas maiores frequência de aplicação do biofertilizante, não diferiram significativamente, pois provavelmente pode ter havido uma maior absorção de nutrientes nesses tratamentos pelas plantas de maracujazeiro. Já nas CEai superiores a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, provavelmente o aumento dos teores de sais nas águas de irrigação, tenha restringido o consumo de água pelas plantas de maracujazeiro, o que pode ter provocado menor absorção de nutrientes (Garcia et al., 2008).

Outro fator que deve ser levado em consideração, é que o aumento de teor de sódio na participação das somas de bases foi restringido parcialmente, em função pela calagem do solo realizada na confecção do substrato nos lisímetros, pela adubação orgânica de fundação, e ainda pela disponibilidade de cálcio que faz parte da composição das águas salinas aplicadas na irrigação (Campos et al., 2009a).

Não houve diferença entre os tratamentos sem o biofertilizante (SB) e com aplicação realizada 1SAT e entre os tratamentos 90DAT e 1SAT+90DAT. Observa-se na Figura 20, que o aumento da frequência de aplicação contribuiu para aumento da soma de bases no substrato, aumentando 38% em médio entre o tratamento SB e com a maior frequência de aplicação do insumo (1SAT+90DAT), passando de 7,86 para $10,80 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Santos (2004) e Diniz (2009) afirmam que o biofertilizante aumenta a soma de bases trocáveis e aumenta a formação de complexos orgânicos no solo. Rodrigues et al. (2009b), afirmam que o biofertilizante pode ser utilizado como fertilizante, e que sua importância está na composição dos elementos, na diversidade dos nutrientes minerais

quelatizados e disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (Lag Reid et al., 1999; Prates & Medeiros, 2001), além de ter a vantagem de melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (Araújo et al., 2008). Por isso, pode-se acreditar que as maiores frequências de aplicação provavelmente aumentaram os teores de nutrientes no substrato e, por consequência, na soma de bases, devido à composição do biofertilizante, em elementos que contribuem na elevação da soma de bases como o Ca^{2+} , Mg^{2+} e o Na^+ . Essa afirmação é confirmada pelos resultados apresentados nas Figuras 16B, 19B e 20, indicando que as maiores frequências de aplicação do biofertilizante aumentaram os teores de cálcio, matéria orgânica e sódio no solo, respectivamente, contribuindo, portanto para aumento da soma de bases.

Mesquita (2005), afirma que o biofertilizante pode elevar a fertilidade do solo, devido a sua composição química, no entanto, parte do incremento das somas de bases ao solo, pode ser atribuída também, a adição de sais presente no composto, devido principalmente ao material que o constitui e a qualidade da água utilizada na produção e na diluição do insumo quando aplicado ao solo.

4.1.9 Capacidade de troca catiônica do substrato

As irrigações com águas salinas e as frequências de aplicação do biofertilizante, interagiram significativamente em relação à capacidade de troca de cátions a pH7 (CTC), sendo os dados ajustados aos modelos lineares e quadráticos, conforme verificado na Figura 21.

O acréscimo da salinidade da água de irrigação aumentou os valores da CTC do substrato, independente da frequência de aplicação do biofertilizante, sendo que as águas com teor salino inferior a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, obtendo os menores valores, obtendo média de $9,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. As CEai de $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram valores semelhantes, obtendo $12,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de média, indicando 33% de superioridade em relação às águas com menores condutividades elétricas.

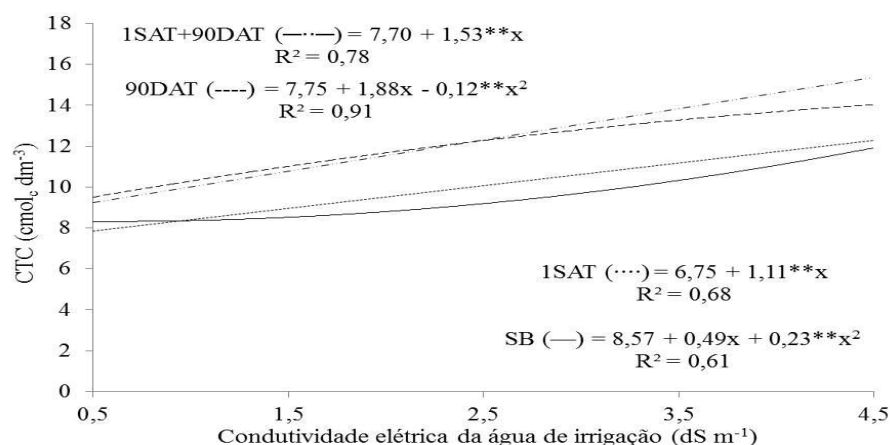


Figura 21. Capacidade de troca catiônica (CTC) do substrato cultivados com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

Os valores da CTC observados nas CEai de 3,5 e 4,5 dS m^{-1} foram estimulados principalmente pela soma de bases ao substrato que representa 82% da CTC, tendo em vista que os teores de H+Al, relatados na Figura 13, foram considerados baixos (Malavolta, 2006). O aumento do CTC deve ser atribuído, em parte, ao aumento da disponibilidade de cálcio, magnésio e sódio (Figura 17A, 19A e 20, respectivamente) resultante da adição das águas salinas ao substrato, que possuem em sua composição, esses elementos.

Os substratos irrigados com água de CE de até 2,5 dS m^{-1} , praticamente não diferiram quanto aos valores da CTC determinada no preparo dos lisímetros do maracujazeiro, que foi de 10,42 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Tabela 6). Essa situação indica que a adição de sais ao substrato, não comprometeram o equilíbrio entre as quantidades de cátions adsorvidos na micela com a fração que permanece na solução do substrato. No entanto, com o aumento da salinidade do substrato, nas CEai de 3,5 e 4,5 dS m^{-1} , introduziram na solução do substrato quantidades elevadas de sais, em especial o Na^+ , que pode ter substituído os cátions adsorvidos (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ e Na^+). Segundo Garcia et al., (2008) essa substituição ocorre mais rapidamente em solo não salinos, que apresentam condições de baixa salinidade da solução, reduzindo em solos que apresentam concentrações mais elevadas de sais no solo.

Quanto ao biofertilizante, os dados obtidos para a CTC, mantiveram as tendências observadas nas demais determinações, indicando que as maiores frequências de aplicação do insumo orgânico, resultaram em incremento da CTC no substrato (Figura 21).

Observa-se não haver diferença dos teores de CTC entre os tratamentos SB e 1SAT, com média de $10,39 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. As aplicações a cada 90DAT e 1SAT+90DAT, foram 17% superiores as variáveis anteriores e também não diferenciaram entre si, obtendo média de $12,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 21).

As aplicações do biofertilizante em maiores frequências aumentaram as concentrações de cálcio (Figura 17B) e sódio no substrato (Figura 19), dos valores da acidez potencial (Figura 13) e do teor de matéria orgânica no substrato (Figura 14B), elementos que diretamente e indiretamente podem contribuir para incremento da CTC no substrato, quer seja pela melhoria nas propriedades químicas e físicas do substrato (disponibilidade de nutrientes) ou por promoverem reações de adsorção/substituição/disponibilidade de íons catiônicos entre os complexos de troca e a solução do substrato.

O biofertilizante por ser resultante de material orgânico (esterco fresco bovino) submetido a processo de digestão anaeróbia através de um biodigestor resulta em composto que apresenta características distintas em relação ao material original (antes da degradação), segundo Bryant (1979) e Bungay (1981), citados por Fries & Aita (1990). A distinção em relação a seu material parental, está relacionado à modificação dos elementos nele contido, tornando-os nutrientes altamente reativos, sendo mais adsorvidos, disponibilizados e facilmente absorvidos pelas plantas, quando comparados ao material orgânico antes do processo de digestão (Villela Junior et al., 2003), aumentando a fertilidade do solo, e por consequente a CTC.

O biofertilizante por ser fonte orgânica proporcionou o aumento da CTC do solo em consequência do incremento no teor carbono orgânico e devido a sua capacidade de cargas negativas (Galbiatti et al., 1996), permite maior retenção de cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ .

4.1.10 Saturação por base no substrato

Não se verificou diferenciação para a saturação por bases (V) do substrato em relação às águas salinas e as frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 22), obtendo média de 82,12%.

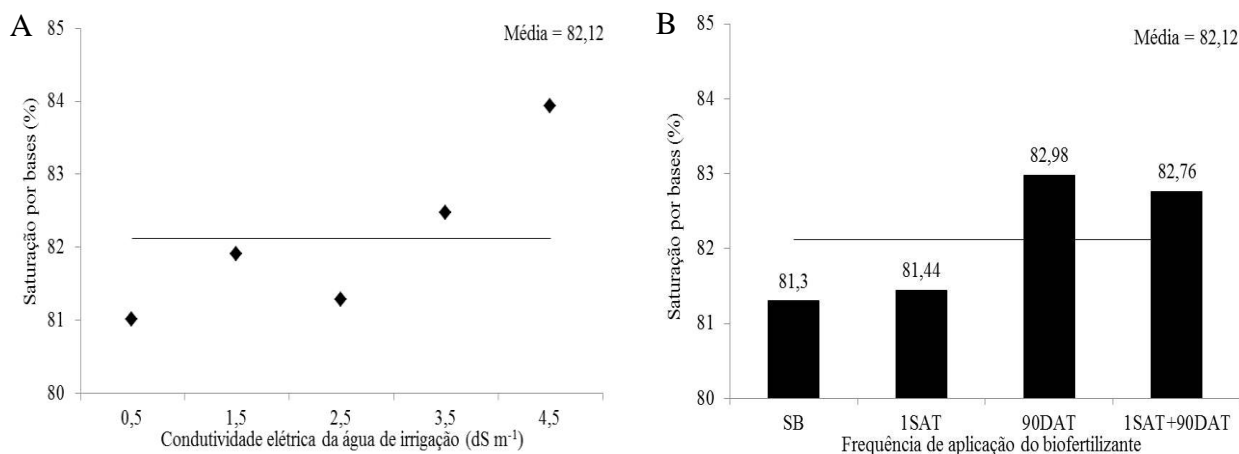


Figura 22. Saturação por bases do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

A média observada na Figura 22A da saturação por bases foi 5,4% superior ao obtido no substrato antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 6), resultante provavelmente dos efeitos da aplicação de calcário na fundação, da mineralização da matéria orgânica utilizada como parte constituinte do substrato, bem como as fertilizações mensais com nitrogênio e potássio no substrato. Pode ser resultante ainda, da irrigação com as águas salinas, que adicionam sais ao substrato em quantidades proporcionais a CE de cada água, porém, provavelmente devido aos períodos de aplicação não tenha sido suficiente para promover diferenciação entre a relação soma de bases e CTC, afetando os teores de $H^+ + Al^{+3}$ no substrato.

A adição de sais ao substrato pela água de irrigação pode ter provocado desequilíbrio entre a quantidade de cátions adsorvidos na micela com a fração do substrato, sendo que os cátions anteriormente adsorvidos (principalmente Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+) substituídos por outros cátions, introduzidos na solução do substrato, em especial o Na^+ .

Para o biofertilizante, pode-se observar na Figura 22B, que apesar da paridade, ocorre tendência de aumento dos valores médios da saturação por bases nos tratamentos 90DAT e 1SAT+90DAT, em relação aos tratamentos SB e 1SAT, obtendo 82,87 e 81,37%, respectivamente.

Substratos com saturação de bases elevada, como evidenciada nesse trabalho, pois durante a avaliação da fertilidade apresentou valores de V superior a 75% (considerado alto por Fageria et al., 1999), podem ser uma característica de solos levemente ácidos a alcalinos (Figura 13).

Os substratos em geral apresentavam fertilidade entre média e elevada, além de que, verificou-se aumento do teor de sódio no substrato (Figura 19) que influenciam diretamente a relação soma de bases e CTC, sendo esses provavelmente os principais responsáveis da inibição dos efeitos do biofertilizante sobre a fertilidade global do substrato (saturação por bases).

4.1.11 Situação salina do substrato

4.1.12 Percentagem de sódio trocável (PST)

As irrigações com águas de salinidade crescente, incrementaram a PST do substrato, em mais de 17 pontos percentuais, comparativamente entre as águas com CE de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente com 26,72 e 44,01%, consequência provavelmente da taxa de evaporação da água no substrato em ambiente descoberto e com restrições a perdas hídricas (lisímetro), associado às aplicações das águas de irrigação, que, em condições de elevada salinidade, incrementava-se a quantidade de sais adicionados ao substrato, produzindo índices considerados de salinidade do substrato, resultando em predominância do sódio em relação aos demais cátions do substrato, como evidenciado na Figura 23.

Observa-se através da Figura 23, pelos valores obtidos para a PST, que ao se utilizar águas a partir de 2,5 dS m⁻¹, houve problemas mais agravantes de sodificação, pois os valores de sódio trocável foram superiores a 30%. Esses valores, de acordo com Barros et al. (2003), representam riscos à salinização dos solos, no entanto, é comum em ambientes irrigados, pois a maior parte dos sais é transportada ao solo através da água de irrigação, tanto pela alta concentração salina da água, como também, pela baixa

capacidade de drenagem, não havendo lixiviação dos sais, favorecendo a acumulação desses em quantidades prejudiciais ao desenvolvimento das plantas.

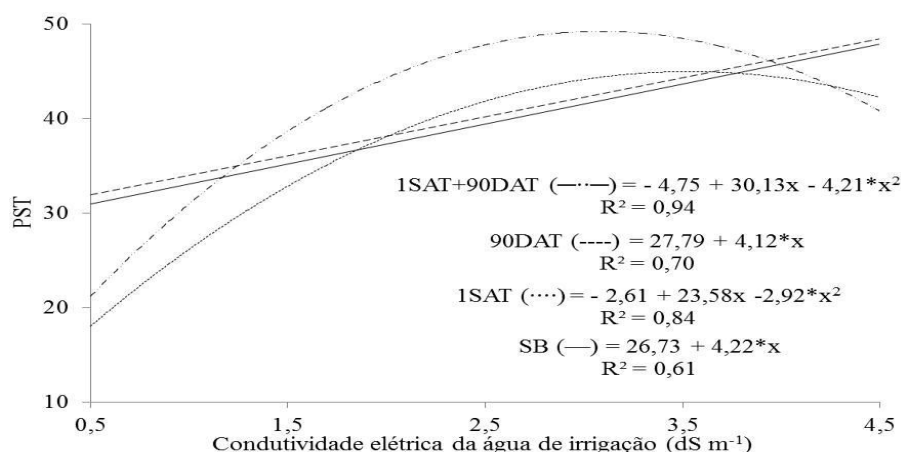


Figura 23. Percentagem de sódio trocável (PST) do substrato na primeira floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e aplicação a cada 90 dias, após transplantio.

O aumento da PST no substrato pode ser atribuído ao fato que às águas com diferentes CE, apresenta alta RAS (relação de adsorção de sódio), provocando a elevação da concentração do sódio solúvel, ou seja, quanto maior a concentração de sódio solúvel maior será a de sódio trocável, influenciando a PST. O incremento da PST no solo, em ambientes irrigados com água salina é relatado por Freire et al. (2003), Tedeschi & Dell' Aquilla (2005), Ferreira et al. (2006), Oliveira et al. (2007), Costa et al. (2008) e Gonçalves (2010).

No entanto, alguns trabalhos como Figueiredo et al. (2006) e Soares et al. (2008) revelam a possibilidade da irrigação utilizando água de salinidade entre 3 e 5 dS m⁻¹ e com PST superior a 51 e 58%, em pomares de maracujazeiro amarelo, sem haver redução significativamente nas variáveis de crescimento nem os componentes de produção, desde que haja a aplicação de corretivos ou compostos capazes de minimizar os efeitos depressivos da salinidade.

O biofertilizante como verificado na Figura 23, exerceu efeito significativo apenas na CEai de 0,5 dS m⁻¹ com aplicação do efluente orgânico 1SAT, apresentando o menor valor de PST de 18,36%, diferindo das demais frequência de aplicação (SB, 90DAT e 1SAT+90DAT), que apresentaram média de 29,51%.

Na Figura 24, pode observar aumento das médias da PST do substrato, em comparação com a média verificada na primeira coleta (32,71%) e no segundo período de coleta (52,77%).

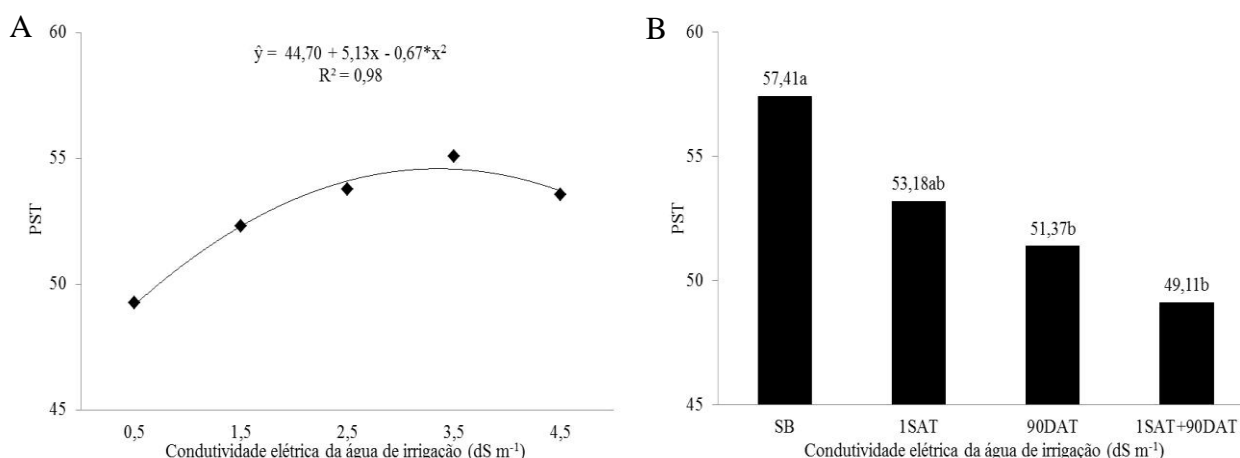


Figura 24. Percentagem de sódio trocável (PST) do substrato na segunda floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

O efeito isolado da CEai sobre a PST (Figura 24A) resultou no ajustamento quadrático dos dados, indicando que as águas com 3,5 dS m⁻¹ apresentaram valores superiores aos demais, com 55% de predominância do íons sódio, no complexo de troca catiônica do substrato. As águas salinas com CE de 1,5, 2,5 e 4,5 dS m⁻¹, obtiveram valores de PST intermediários, obtendo média de 53,19%. Já a água de boa qualidade, com CE inferior a 0,5 dS m⁻¹, os valores de PST observados foram os menores, obtendo resultado inferior a 50%, como observado na Figura 24A.

Os dados referentes à PST e o biofertilizante (Figura 24B), indicam redução com o aumento da frequência de aplicação do insumo, passando de 57,41% no tratamento convencional (SB) para 49,11% nos tratamentos que receberam as maiores aplicações do biofertilizante, provocando uma redução relativa de 14,45%.

O biofertilizante nessa pesquisa passa a exercer efeito condicionador a ação dos sais ao substrato no início da segunda floração do maracujazeiro, reduzindo a PST. Essa redução pode ser atribuída possivelmente à liberação de CO₂ e ácidos orgânicos, durante a decomposição da matéria orgânica presente no composto, além de atuarem como fontes de cálcio e magnésio, que podem substituir o Na trocável no complexo

sortivo (Santos & Hernandez, 1997; Cavalcante et al., 2007), mostrando, assim, a possibilidade do uso desses produtos na recuperação de solos com problemas de sais (Campos, 2009). O biofertilizante pode ainda ter provocado, além das alterações químicas no solo, melhorias físicas, proporcionando aumento da permeabilidade do solo (Nardi et al., 2000, Cavalcante et al., 2002a).

Apesar de ter havido diminuição da PST, não foi suficiente para reduzir o grau de sodicidade do substrato, que permaneceu extremamente sódico. Faz-se relevante ressaltar que não houve manejo antrópico objetivando a lavagem no substrato, com exceção apenas nos período de aporte natural (chuva), que pode ter provocado remoção de elementos no substrato.

Evidenciando os valores de precipitação pluviométrica verificada na Tabela 5 e dos valores de PST relatados nas Figuras 24 e 25, possivelmente o recipiente em que o substrato estava acondicionado teve contribuído para o aumento do teor salino, pois, por ser um ambiente impermeável, tenha funcionado como barreira física, impedindo a movimentação lateral e vertical da solução do substrato. Esses movimentos são desejáveis em substratos salinos, salinos-sódicos ou sódicos, pois resultam na percolação e lixiviação da solução, carreando íons (sódio) que se encontram dissolvidos e adsorvidos no solo. Além disso, os recipientes foram confeccionados para atuarem como lisímetros, restringindo ainda mais a movimentação da solução do solo.

Esse comportamento foi também registrado por Andrade (1998), Cavalcante et al. (2005c) e Cavalcante et al. (2007) ao irrigarem o maracujazeiro-amarelo com águas de salinidade variando de 0,5 a 2,5 dS m⁻¹, em covas com e sem proteção das faces laterais, para o caminhamento da água além do sistema radicular do maracujazeiro.

4.1.13 Condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato

A condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) foi elevada com o aumento da CEai, porém foi atenuado com o aumento das frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 25). O menor valor para a CEai obteve média de 1,72 dS m⁻¹, determinado nos substratos irrigados com águas de 0,5 m⁻¹, passando a crescer linearmente, resultando em 2,47; 3,85; 4,75; 5,49 dS m⁻¹ nos substratos com as águas de 1,5; 2,5, 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 25).

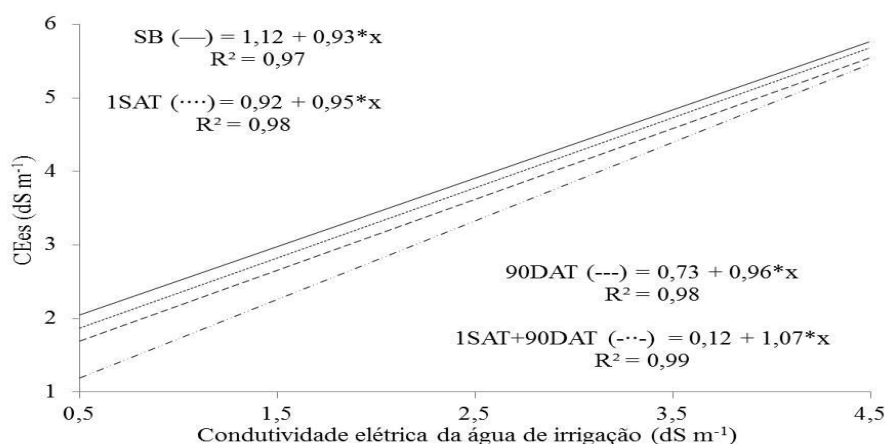


Figura 25. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato na primeira floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

O incremento de sais ao substrato e consequente aumento da CEes, elevou em 219% o caráter salino do substrato, passando de não salino na CEai de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, para ligeiramente salino nas CEai de $1,5$ e $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ e moderadamente salino referentes às águas com condutividade de $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Richards, 1954). Os aumentos dos valores dessa variável na primeira coleta estão diretamente relacionados aos sais adicionados ao substrato, dissolvidos na própria água de irrigação e, também, pela fertilização aplicada ao substrato com adubos nitrogenados (uréia) e potássicos (cloreto de potássio) que possuem elevados índices salinos (75 e 115, respectivamente) e pela liberação de alguns íons, como cálcio, magnésio, sódio, potássio, da matéria orgânica (Ayers & Westcot, 1999; Cavalcante et al., 2007a; Alcarde, 2007; Cavalcante et al., 2010), durante o cultivo do maracujazeiro.

Os dados observados na Figura 25 concordam com os obtidos por Souza (1995) que estudando solo cultivado com feijoeiro, Gervásio et al. (2000) trabalhando com solo cultivado com alface-americana, Alencar et al. (2003) que estudaram o crescimento de cultivares de melão amarelo, Dias et al. (2004) analisando o comportamento de argissolo e Pessoa (2009) estudando o desenvolvimento de cebola. Esses autores analisaram a influencia de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e

verificaram evolução da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo foi diretamente proporcional à concentração de sais na água de irrigação.

Para a cultura do maracujazeiro Cavalcante et al. (2007a) relatam que solos fortemente salinos com condição elétrica entre 8 e 16 dS m⁻¹ (Richards, 1954), inibem a capacidade produtiva do maracujazeiro-amarelo. Já Soares et al. (2008) afirma que se pode irrigar o maracujazeiro amarelo, em caráter suplementar, com água de condutividade elétrica igual a 5,0 dS m⁻¹, porém relata aumento da CEes de 0,74 para 4,68 dS m⁻¹, sem haver comprometimento vegetativo ou produtivo da cultura.

As adições de biofertilizante promoveu a redução dos valores de CEes (Figura 25), sendo o tratamento sem a aplicação do insumo, o que obteve maior média com 2,13 e 5,64 dS m⁻¹ nas CEa de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹. Observa-se na referida figura, que com o aumento da salinidade da água de irrigação, reduziu a amplitude entre os tratamentos referentes às frequências de aplicação do insumo orgânico, decrescendo na ordem de 91, 16, 22, 9 e 6%, respectivamente para as CEai de 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; e, 4,5 dS m⁻¹, comparativamente entre os tratamento de maior (SB) e menor (1SAT+90DAT) condutividade elétrica do extrato de saturação.

Nesse sentido, evidencia-se que o biofertilizante foi mais eficiente em regredir a salinidade do substrato, nas águas com CE inferior a 1,5 dS m⁻¹. No entanto, pode-se admitir que provavelmente, os tratamentos irrigados com as maiores CE (3,5 e 4,5 dS m⁻¹), por apresentarem grau medianamente salino, necessitem de uma frequência maior de aplicação do biofertilizante, aumentando assim a eficiência de atuação do referido efluente orgânico.

A redução da CEes, evidenciado na Figura 25, segundo Souza et al. (2008) é influência pela ação de substâncias húmicas, partindo-se do princípio de que os biofertilizantes podem incrementar essas substâncias no solo (Lag Reid et al., 1999). O biofertilizante bovino apresenta em sua composição valores considerados de substância húmicas, e quando em contato com o solo, pode estimular a produção de ácidos húmicos, fúlvicos e huminas, como relatados por Ghoulam et al. (2002) e Baalousha et al. (2006).

Pode-se atribuir ainda que o biofertilizante tenha melhorado as condições físicas do substrato, resultando em maior estruturação e maior aeração (Mellek et al., 2010), assim como observaram também Campos et al. (2009a), que após avaliarem o

crescimento do maracujazeiro amarelo em solo sódico, concluíram que o insumo reduziu a densidade e aumentou a porosidade total do solo. Cavalcante et al. (2009a), atribui a redução da CEes a maior eficiência na lixiviação dos sais provocada pelo biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida que pode ter proporcionado aumento na velocidade de infiltração da água no solo, devido à ação dos ácidos húmicos presentes na matéria orgânica que fazem parte da constituição do biofertilizante, contribuindo para melhorias físicas do substrato, favorecendo a remoção dos sais por lixiviação (Oliveira, 1997; Freire et al., 2003).

Soares et al. (2006) e Rebequi et al. (2009), apresentam resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho, mostrando que a salinidade do solo aumentou com a salinidade da água, porém com menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante. Rodolfo Júnior (2005) constata que a condutividade elétrica do solo irrigado com águas salinas e biofertilizantes foi, em geral, inferior em relação aos tratamentos irrigados com as mesmas águas salinas sem o biofertilizante. Esses resultados divergem dos apresentados por Souza et al. (2008) ao afirmarem que o caráter salino do solo aumentou com a adição do biofertilizante sob irrigação com águas salinas.

Souza et al. (2008) relata ainda que a redução do caráter salino dos substratos pode ser atribuída ao efeito do biofertilizante em manter o solo mais úmido e, em consequência, ter exercido efeito diluidor sobre o conteúdo salino. Nesse sentido, Ayers & Westcot (1999) afirmam que a manutenção da umidade do solo reduz o índice salino. Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalcante et al. (2002a) também em estudo com o maracujazeiro amarelo.

Houve efeito linear ascendente para a CEes com incremento de $0,75 \text{ dS m}^{-1}$ por unidade da salinidade da água (Figura 26A), no segundo período de avaliação do substrato. Pelos resultados, a irrigação contínua com águas salinas proporcionaram aumento do teor salino do substrato de 61%, em relação aos resultados obtidos na Figura 25, passando em média de 4,70 para $7,59 \text{ dS m}^{-1}$.

O aumento da CEes expressa que a condição iônica do substrato foi elevada de ligeiramente salino para medianamente salino com condutividade elétrica entre 4,0 e $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Richards, 1954), Figura 26. Esses resultados estão em acordo com os relatados por Pereira et al. (2006) e Cavalcante et al. (2010) que avaliaram o crescimento de

plântulas de goiabeira e maracujazeiro-amarelo (Sousa et al., 2008) em plantas em substratos irrigados com águas salinas.

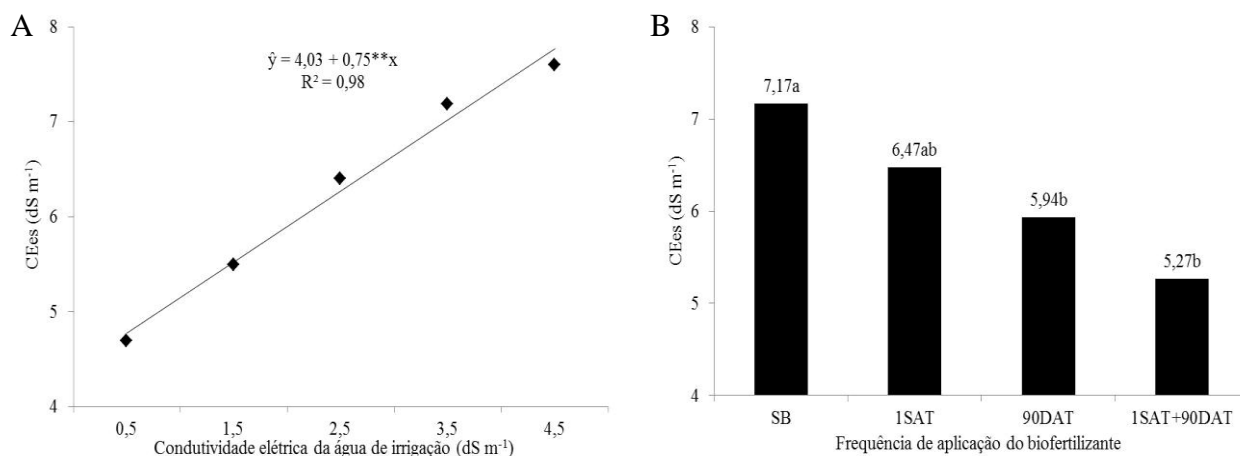


Figura 26. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato na segunda floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e aplicação a cada 90 dias, após transplantio.

Verifica-se na Figura 26A que a condutividade elétrica do extrato de saturação aumentou com o nível salino das águas, mas em menor proporção no tratamento com condutividade de 0,5 dS m⁻¹. Os valores médios de 4,7 dS m⁻¹ da CEes para o tratamento com água de menor teor salino, evidencia aumento de 57% nos teores de sais no substrato provocado pela água de irrigação, quando comparado os valores médios de 7,39 dS m⁻¹ nos tratamentos de condutividade de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹.

As tendências dos resultados foram semelhantes às obtidas por Rebequi et al. (2009) durante a formação de mudas cítricas, por Santana et al. (2009) na produção do feijoeiro e Cavalcante et al. (2010) com goiabeira, adotando manejo de irrigação com águas de diferentes CE.

A concentração de sais no substrato diminuiu com as frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 26B), com valores variando de 7,17 a 5,27 dS m⁻¹, decrescendo em 26%, para os tratamentos SB e 1SAT+90DAT, respectivamente. Esse comportamento também foi evidenciado por Nascimento (2010), que testando a aplicação de diferentes volumes de aplicação de biofertilizante comum em solo irrigado

com água salina, verificou que a aplicação do referido insumo orgânico diluído na proporção 1:1 (água e biofertilizante) promoveu redução da CEes em até 42%.

Analisando-se ainda a Figura 26B, nota-se não haver diferenciação para os valores da CEes nos tratamentos com aplicação do biofertilizante aos 90DAT e 1SAT+90DAT, que proporcionaram as menores concentração de sais ao substrato.

Ao término do experimento (Figura 27), o substrato apresentara teor salino com 202 e 61% superior aos valores relatados nas Figuras 26 e 27, apresentando média para a CEes de $10,06 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 27A) e 28% maior do que a condutividade elétrica do substrato antes da aplicação dos tratamentos, que obteve $7,84 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 8).

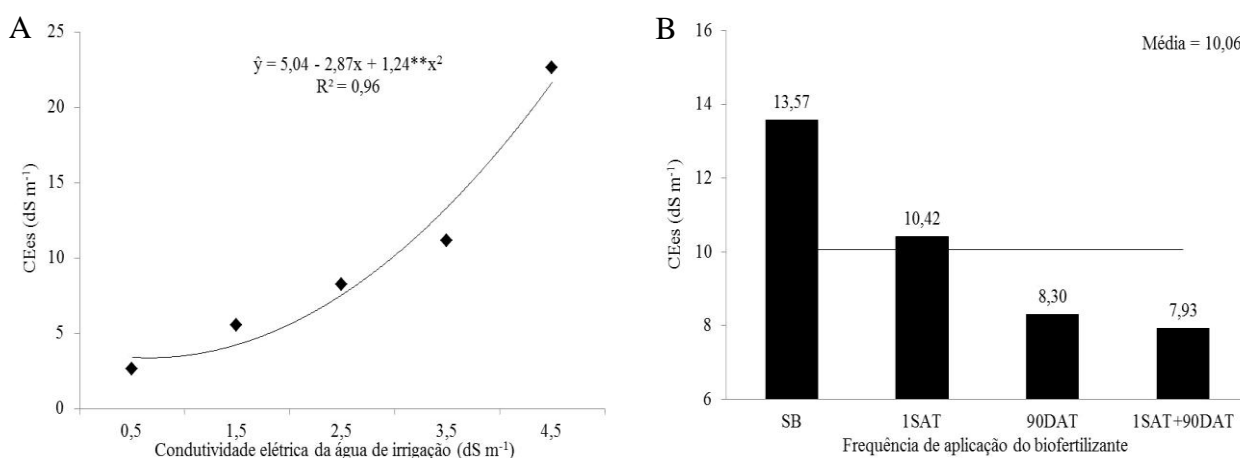


Figura 27. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do substrato no final do experimento em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplântio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio e aplicação a cada 90 dias, após transplântio.

Os resultados observados na Figura 27A, indicam semelhança de comportamento dos dados em relação às coletas anteriores, com exceção a representação dos dados, que para a CEes final.

A concentração de saia na água de irrigação incrementaram a CEes obtendo 2,65; 5,54; 8,28 e $11,15 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente para as CEai de 0,5; 1,5; 2,5; e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, sendo notória a adição de sais ao substrato, refletindo no aumento da CEes na ordem de 109, 212 e 320%, comparando a relação percentual entre as águas salinas de 1,5; 2,5; e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ com a águas de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$.

O valor máximo da CEes foi obtido nas águas com poder salino de 4,5 dS m⁻¹, registrando 22,64 dS m⁻¹. Esse valor foi superior especificamente em 754, 308, 173 e 103% quando comparado com as águas de 0,5; 1,5; 2,5; e 3,5 dS m⁻¹, respectivamente em relação à água de 4,5 dS m⁻¹.

O efluente orgânico, ao término do experimento, não exerceu efeito significativo para as frequências de aplicações, como observado na Figura 27B. A igualdade demonstra que as frequências de aplicação do biofertilizante não foram capazes de reduzir o teor salino do substrato, especificamente nesse período de coleta. Porém, pode-se observar que numericamente há uma tendência de redução com aumento da frequência de aplicação do biofertilizante, reduzindo a CEes na ordem de 23, 39 e 42%, respectivamente para os tratamentos 1SAT, 1SAT+90DAT, em relação aos tratamento testemunha (SB).

Esse comportamento evidencia que o biofertilizante, pode ser inserido como estratégias de manejo na redução dos impactos da salinidade sobre o solo, por promover, quando aplicado no solo, melhorias físicas e químicas, como a redução dos valores de condutividade elétrica do extrato de saturação e redução das relações Na/Ca, Na/Mg e Na/Ca+Mg (Pereira et al., 2006). Adicionalmente, observa-se pelos dados apresentados nas Figuras 26, 27 e 28, que com o incremento do teor salino do substrato decorrente da aplicação das águas salinas ao longo do tempo de execução do experimento (14 meses) e, também, pelos fertilizantes utilizados na adubação do substrato, durante o cultivo do maracujazeiro, resultou em diminuição da eficiência do biofertilizante, principalmente em ambientes com CEes superior a 10 dS m⁻¹.

Essa redução de eficiência pode ser atribuída, parcialmente a quantidade de biofertilizante aplicada (volume aplicado por cova ou aumento da frequência de aplicação) que pode ter sido insuficiente para promover a redução de sais no substrato, em ambientes com elevados teores de sais (fortemente e extremamente salino), Figura 27B. Os efeitos atenuadores dos componentes do biofertilizante, em relação à salinidade do substrato, foram inibidos devidos provavelmente aos sais presentes, principalmente o sódio, elementos que habitualmente encontrados em maiores proporções no complexo de troca e na solução do solo, em ambientes irrigados com águas salina (Cavalcante et al., 2010).

Verifica-se nas Figuras 26, 27A e 28A, variação dos substratos quando a classificação do substrato em relação ao grau de salinidade, em função dispersão dos dados causados pelas águas de irrigação. Para classificação do substrato ao final do experimento, os substratos apresentavam ligeiramente salino ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), medianamente salino ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$), fortemente salino ($2,5$ e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$) e extremamente salino ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$), segundo Richards (1954).

4.1.14 Potencial hidrogeniônico do extrato de saturação do substrato

A correlação entre as condutividades das águas, o biofertilizante e o pH do extrato de saturação (pHes) na primeira coleta de substrato, são apresentadas na Figura 28A, e apresentaram comportamento similar ao da acidez potencial do substrato (Figura 13). Na coleta do substrato realizada no início da primeira floração, os sais presentes nas águas de irrigação comprometeram o substrato quanto à salinidade/sodicidade, passando de salino (Tabela 6) para salino sódico, apresentando média de $3,66 \text{ dS m}^{-1}$ de CEes (Figura 25), $38,72$ de PST (Figura 23) e $6,30$ pHes (Figura 28), segundo Bohn et al. (1985).

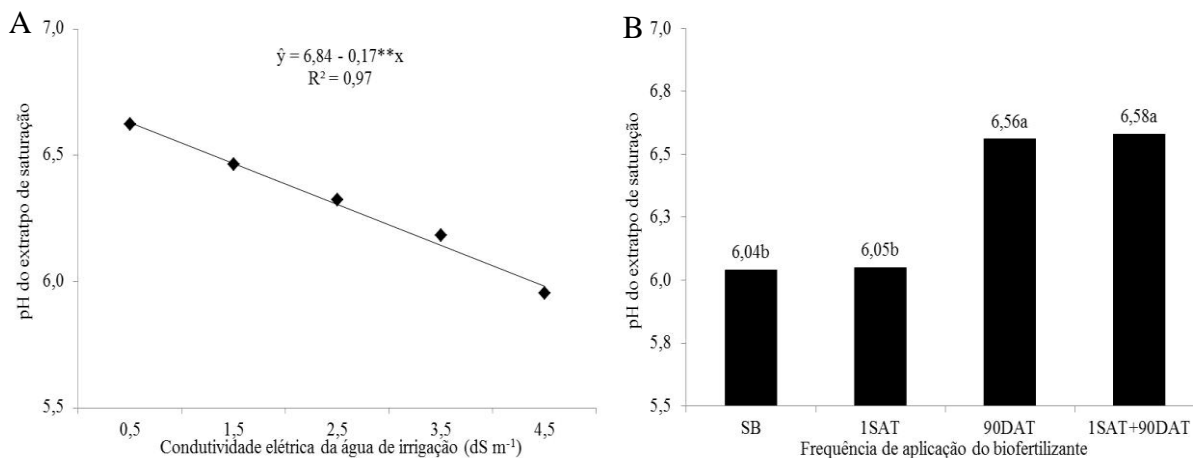


Figura 28. Valores do pH do extrato de saturação do substrato na primeira floração em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

O pHes reduziu com os níveis crescentes de salinidade da água de irrigação (Figura 28A) e ajustou significativamente ao modelo linear ($R^2 = 0,99$). O valor máximo de pHes do substrato de 6,62 correspondeu à água com $0,5 \text{ dSm}^{-1}$ de nível salino. Nos tratamentos com água de CEai de $4,5 \text{ dSm}^{-1}$ registrou os menores valores do pHes de 5,95, e os valores medianos de pHes (6,32) foram obtidos nas CEai de 1,5; 2,5 e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Substratos com predominância mineralógica arenosa, quando submetidos à irrigação com águas de níveis crescente de salinidade, apresentam maiores resistência de modificação química, pois possuem menor potencial de retenção de sais, e inicialmente podem apresentar redução do pHes, como evidenciado na Figura 28A (Pessoa, 2009). Essa redução pode ser atribuída à remoção de cátions de cálcio e magnésio do complexo de troca para a solução do substrato, sendo substituído pelo sódio (Freitas et al., 2007). Pessoa (2009) estudando a composição da solução lixiviada em diferentes solos irrigados com águas salinas, detectou redução do pHes em função da presença de K, Ca e Mg na solução do solo, indicando ser este um fator negativo, pois dependendo do tempo de irrigação com águas salinas, estas águas estariam promovendo o empobrecimento dos solos, pois tiveram seus teores aumentados nos lixiviados dos tratamentos de maiores valores de CE das águas de irrigação.

Os pHes foram semelhantes para os solos SB e 1SAT (Figura 28B), obtendo média de 6,08, demonstrando que o biofertilizante perde seu efeito ao longo do tempo no substrato, fazendo-se necessário a aplicação continua do efluente orgânico, como evidenciado nos substratos com aplicação a cada 90DAT e 1SAT+90DAT, que apresentaram média de 6,53 para pHes.

O aumento nos valores de pHes, Figura 28B, resultante da frequência de aplicação do biofertilizante, pode está associada ao manutenção da saturação por bases, no solo, visto que os íons H^+ e Al^{3+} , responsáveis pela acidez, substituem as bases K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} na fase lábil (Alloway, 1990; Gomes et al., 2008) ou, ainda, pode ser atribuído à produção de ácidos orgânicos provenientes da decomposição da matéria orgânica (Moraes, 1991). Fireman & Wadleigh (1951) afirmam que se o pHes do solo for inferior a 7,0 seguramente o substrato possui quantidade considerável de hidrogênio trocável (H^+). Fonseca (2001) e Campos et al. (2009a), afirmam que o aumento do pHes do solo, pode ser influenciado pelo alto pH do efluente orgânico (Tabela 8), resultante dos

cátions trocáveis e de ânions de fazem parte de sua composição, e da alteração na ciclagem de nutrientes mediante a adição de efluente.

Esses resultados estão de acordo com os relatados por Carvalho (1999), Pereira (2000), Lima et al. (2001) que constataram também que a adição de matéria orgânica oriunda do esterco bovino, elevou a salinidade dos substratos para níveis superiores a 4 e 5 dS m^{-1} , e por consequente o pH do extrato de saturação do solo em ensaios com mudas de graviola, goiabeira e pinheira, respectivamente. Segundo Freire & Freire (2007) e Miranda et al. (2011) afirmam que condicionadores orgânicos podem atuar reduzindo a salinidade e a sodicidade no solo, no entanto, alteraram a sua natureza química, pois liberam CO_2 e ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica, elevando o pH do extrato de saturação do solo.

Os substratos na segunda coleta, apresentaram pHes superior aos observados na Figura 28 (média de 6,96), no entanto, manteve a classificação salino-sódico proposta por Bohn et al. (1985).

Os resultados obtidos na Figura 29, para o pHes, foram influenciados pela CEai, variando entre 6,30 e 7,69 em média nas águas com CEai de 0,5 e 4,5 dS m^{-1} , respectivamente. Esse incremento resulta da adição de sódio ao substrato, que passa a ocupar parte dos sítios de troca reduzindo o teor de hidrogênio do substrato pela ação dos carbonatos e parte dos bicarbonatos e a redução de eletrólitos na solução do solo pode contribuir para a elevação do pHes (Holanda et al., 1998).

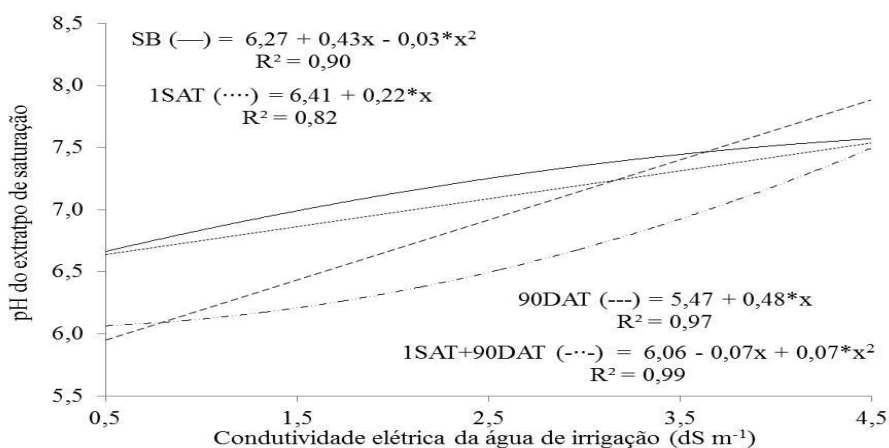


Figura 29. Valores do pH do extrato de saturação do solo na segunda floração em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

A correlação para a pHes obtida pela interação entre CEai e frequência de aplicação do biofertilizante, é diferenciada apenas nas águas inferiores a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, pois, nas águas com condutividade de $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ os tratamentos referentes às frequências de aplicação são semelhantes (Figura 29). Esses resultados divergem dos apresentados por Rodolfo Junior (2005) que após irrigar um solo sem e com biofertilizante bovino e com águas salinas, de mesmos níveis de condutividade elétrica, não verificou efeito dos tratamentos aplicados sobre o pH do extrato de saturação do solo.

Os tratamentos SB e 1SAT, apresentaram os maiores valores para pHes em relação à 90DAT e 1SAT+90DAT, indicando que o biofertilizante reduziu o teor salino, efeito contrário ao observado anteriormente na Figura 29. Observa-se nesse trabalho que o biofertilizante apresenta comportamento distinto dependendo do teor salino do substrato, havendo manutenção dos atributos qualitativos do substrato principalmente nos substratos irrigados com águas de CE menor que $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, como evidenciado na Figura 29. Nas CEai superior a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, o biofertilizante não exerce as propriedades necessárias para reduzir o pHes, sendo que em alguns casos, como na CEai de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, apesar de não haver diferença para as frequência de aplicação do biofertilizante, a aplicação 90DAT, apresenta valores numéricos superior ao demais, nesse caso, passa a incrementar a alcalinidade da pasta de saturação do substrato.

Provavelmente, devido ao elevado teor salino presente no substrato, como observado nas Figuras 25 e 27 para PST e CEes, os volume de biofertilizante aplicados no substratos com CEai superior a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, tenha sido insuficiente para promover efeito corretivo sobre a redução da alcalinidade da pasta de saturação do substrato (pHes), necessitando aumentar o volume de aplicação ou reduzir o intervalo de aplicação. Valores elevados de pHes no substrato promovem redução da disponibilidade de nutrientes à planta, comprometendo seu crescimento vegetativo e sua produção.

O biofertilizante composto orgânico, rico em matéria orgânica quando mineralizado promove alterações no pH do solo, devido à interação dos compostos orgânicos com a fração mineral do solo, liberando ou recebendo íons H^+ na solução do solo (Silva et al., 2004), podendo reduzir a alcalinidade do solo. Condicionadores orgânicos segundo Gomes et al. (2000), podem melhorar as características químicas e físicas do solo, possivelmente devido à liberação de CO_2 e ácidos orgânicos, durante a

decomposição da matéria orgânica, além de atuarem como fontes de cálcio e magnésio mostrando, assim, a possibilidade do uso desses produtos na recuperação de solos manejados com águas salinas.

Ao término do experimento os valores da PST foram determinados, havendo diferenciação quanto aos valores observados na Figura 30, sendo que os resultados estavam superiores aos determinados na primeira e segunda coleta, obtendo média de 8,09. Apesar da elevação, não foi registrado tratamento com pHes superior a 8,5, o que poderia classificar o substrato em sódico, mantendo portanto, a classificação observada na Figura 29, de substrato salino sódico (Bohn et al., 1985).

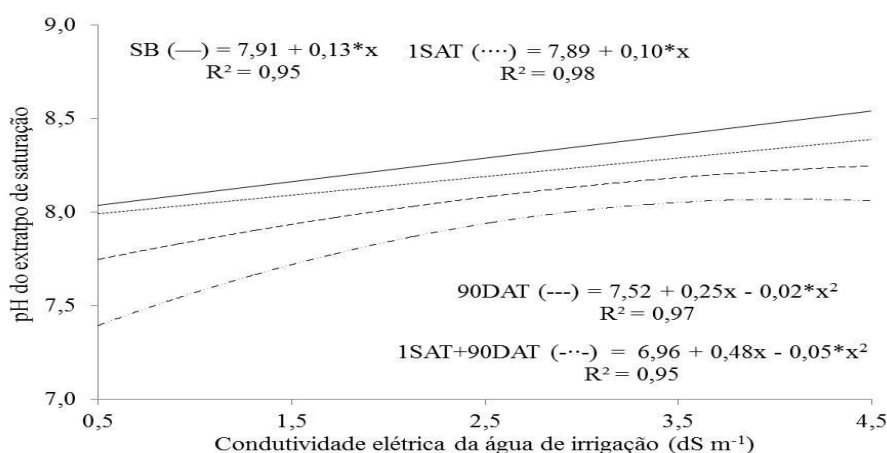


Figura 30. Valores do pH do extrato de saturação do substrato no final do experimento em pomar de maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB - sem biofertilizante; 1SAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio; 90DAT - aplicação a cada 90 dias, após transplantio; 1SAT+90DAT - aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio e a cada 90 dias, após transplantio.

A adição de sais ao solo, aumentaram o pHes, mantendo a tendência dos dados observados na Figuras 30 e 31. O menor valor obtido foi resultante do tratamento com água de baixa salinidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) com 7,77 e o maior de 8,32 foi registrado na água mais salina de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$.

A adição do biofertilizante resultou em perda significativa da alcalinidade dos solos com valores decrescentes de pHes com o aumento das frequências de incorporação (Figura 30). O tratamento 1SAT+90DAT proporcionou maior eficiência, seguindo da aplicação realizada 90DAT e 1SAT, em relação ao tratamento SB.

O biofertilizante, além de conter matéria orgânica, sua incorporação estimula a atividade microbiana que pode proporcionar redução do pH da solução do solo e do extrato de saturação, quer pelo composto resultante da decomposição (substâncias húmicas) ou pela adição de cálcio e magnésio.

4.1.15 Conclusões

- 1- O substrato no início da primeira floração apresentava valores adequados da acidez potencial, potássio, cálcio, elevados de fósforo, magnésio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e baixos de matéria orgânica;
- 2- O aumento da salinidade da água de irrigação resultou em maiores teores da acidez potencial, matéria orgânica, magnésio e do sódio no substrato, por consequente, na soma de bases e na capacidade de troca catiônica;
- 3- Os valores da acidez potencial da solução do substrato aumentaram com o incremento da concentração salina das águas de irrigação enquanto que a disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e a saturação por bases não foram afetados;
- 4- A aplicação do biofertilizante aumentou a acidez potencial, matéria orgânica, dos teores de cálcio e sódio do substrato;
- 5- A soma de bases e a capacidade de troca de cátions elevaram com a condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato e as frequências de aplicação do biofertilizante;
- 6- Os teores de fósforo, potássio, magnésio e saturação por bases do substrato não foram influenciados pelas frequências de aplicação do biofertilizante bovino;
- 7- A irrigação com as águas salinas provocou elevação da salinidade e da sodicidade do substrato;
- 8- As maiores frequências de aplicação do biofertilizante reduziu a CEes e o pHes, sendo mais eficiente nos substratos irrigados com água de condutividade elétrica menor que $2,5 \text{ dS m}^{-1}$;
- 9- A adição de biofertilizante ao substrato nas maiores frequências de aplicação (90DAT e 1SAT+90DAT) elevou a concentração de sódio na solução solo, mas sem exercer efeitos na percentagem de sódio trocável.

4.2 Crescimento e desenvolvimento vegetativo do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em diferentes frequências de aplicação do biofertilizante

4.2.1 Crescimento em altura

O crescimento em altura das plantas de maracujazeiro amarelo não foi influenciado pela aplicação das águas salinas e pelas frequências de aplicação do biofertilizante, atribuído ao curto intervalo entre os períodos de aplicação dos tratamentos e as leituras das variáveis de crescimento.

Observa-se na Figura 31A, que o aumento da salinidade da água de irrigação, ao longo do tempo, inibiu linearmente o crescimento em altura das plantas de maracujazeiro. As águas salinas com condutividade elétrica entre 0,5 e 2,5 dS m⁻¹, não comprometeram o crescimento em altura das plantas, no entanto, com a elevação da concentração de sais da água de irrigação para as CEai de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, houve redução, evidenciando perda de 6,36% do crescimento em altura em relação aos tratamentos com menores CEai, apresentando média de 122,92 cm.

O comportamento observado na Figura 31A, está coerentes com os relatos por Lima et al. (2000), Cavalcante et al. (2010), Cavalcante et al. (2009b) e Nascimento (2010), que estudaram o efeito de níveis salinos da água de irrigação sobre o crescimento inicial da pinheira (*Annona squamosa*), da goiabeira (*Psidium guajava*) e do maracujazeiro amarelo, observaram significância da salinidade, decrescendo linearmente a altura das plantas com o aumento do teor salino na água de irrigação.

A ação inibitória da salinidade das águas de irrigação promoveu retardamento do crescimento das plantas, possivelmente devido a maior acumulação de sais nesses solos, pois conforme Ayers & Westcot (1999) águas de irrigação com conteúdo salino superior a 2,0 dS m⁻¹, prejudicam o crescimento da maioria das plantas cultivadas.

Os sais presentes no solo em concentrações elevadas, além de dificultarem a absorção de água pelas plantas, podem diminuir o potencial osmótico do solo atuando de forma negativa sobre o processo fisiológico, reduzindo a absorção de água pelas raízes, inibindo a atividade meristemática e o alongamento celular e, como consequência, causando redução no crescimento e desenvolvimento das mudas de maracujazeiro amarelo (Cavalcante et al., 2009a).

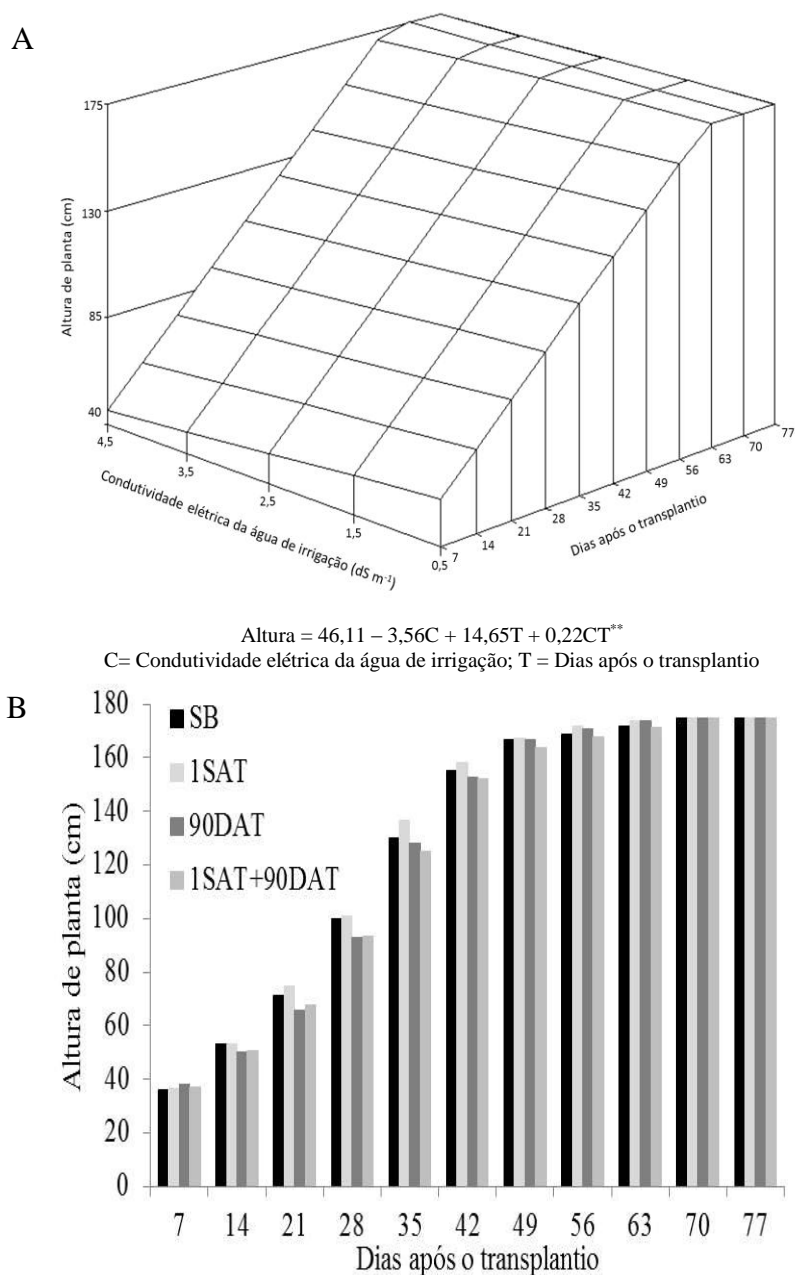


Figura 31. Altura de plantas de maracujazeiro amarelo, em função da dos tratamentos: salinidade das águas (A), frequência de aplicação do biofertilizante (B) e idade das plantas. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

Acredita-se que as mudas do maracujazeiro amarelo, com o incremento da salinidade da água de irrigação, principalmente nas CEai de 3,5 e 4,5 dS m^{-1} , sofreram estresses salino, que provocou a redução no crescimento em altura das plantas. Provavelmente houve maior volume transloucado de elaborados orgânicos para o

sistema radicular, na tentativa de estimular o crescimento das raízes para aumentar a absorção de água e nutrientes, e reestabelecer o equilíbrio osmótico celular, minimizando os efeitos adversos da salinidade do solo (Prisco & Gomes Filho, 2010).

Observa-se ainda na Figura 31A que aos 63 dias após o transplântio, as plantas de maracujazeiro tratadas com águas de CEai de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ ainda não tinham atingido a altura da espaldeira, havendo a necessidade de prolongar o período de avaliação das plantas em altura, por mais 14 dias, até que todas as plantas tenham atingido 175 cm, influenciando diretamente o período de podas da haste principal.

Resultados semelhantes foram obtidos por Soares et al. (2002) e Cruz et al. (2006) ao constatarem que o aumento da salinidade da água de irrigação promoveu declínio no crescimento, alocação e distribuição de macronutrientes em plantas jovens de maracujazeiro amarelo, durante o estabelecimento da cultura em campo.

A adição do biofertilizante ao substrato antes do transplântio, como evidenciado nos tratamentos 1SAT e 1SAT+90DAT não influenciaram o crescimento das plantas em altura, conforme verificado na Figura 31B. Esse comportamento também foi observado por Santos (2004) e Rodrigues et al. (2008) e pode ser, além do intervalo entre aplicação do biofertilizante e a leitura do crescimento em altura, pode ser resultado da reduzida área de contato do sistema radicular das mudas com os solo e o volume de biofertilizante aplicado, bem como pelo elevado teor de matéria orgânica do substrato (Tabela 6), próximo dos 25 g dm⁻³, que proporcionou a disponibilização de elementos como potássio, cálcio e magnésio estimulando a redução do potencial osmótico das raízes, contribuindo para a manutenção do crescimento das plantas (Grumet & Hamson, 1986; Baalausha et al. 2006).

O crescimento em altura das plantas de maracujazeiro amarelo, em geral, apesar da redução provocada pelo incremento de sais ao solo, é satisfatório, pois os 154,44 cm obtidos aos 42 dias após o transplântio (Figura 31) foram superiores aos observados por Dantas (2007) que obteve 84,33 cm, por Diniz (2009) com 110,90 cm e 90,68 cm relatado por Nascimento (2010), em solos irrigados com águas salinas e tratados com biofertilizante supermagro e comum.

A altura de plantas pode não ser um bom indicativo da qualidade das plantas, devido a fatores que possam influenciar os tratamentos, como a heterogeneidade genotípica, estiolamento em função da luminosidade e a desuniformidade do volume de

aplicação da água por irrigação (Taiz & Zeiger, 2008), que por mais controlado o ambiente utilizado para condução do experimento, podem interferir na avaliação de crescimento em altura das plantas (Fernandez, 2002). Com o objetivo de minimizar o efeito desses e de outros fatores adotam-se outras variáveis relacionadas ao crescimento, como a taxa de crescimento absoluta da altura (TCAA) e a taxa de crescimento relativa da altura (TCRA).

A aplicação dos tratamentos não exerceu efeitos significativos sobre a TCAA nas plantas de maracujazeiro amarelo (Figura 32), ou seja, apesar das águas salinas diminuíram o crescimento em altura, o aumento da CEai não resultou no comprometimento TCAA, indicando que as águas salinas não desfavoreceu o crescimento em termos absolutos, não comprometendo o crescimento das mudas.

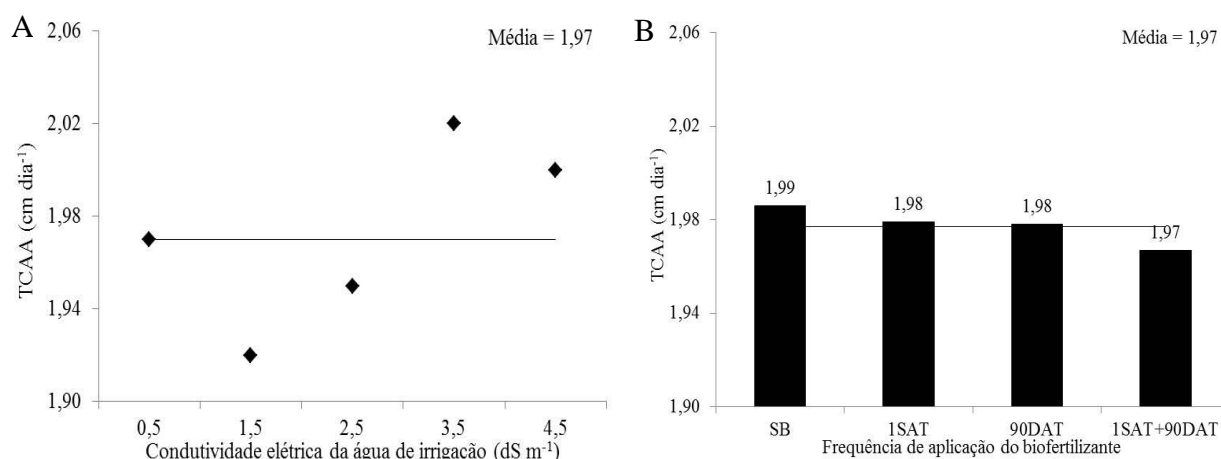


Figura 32. Taxa de crescimento absoluta da altura (TCAA) das plantas do maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

O comportamento observado na Figura 32, difere dos relatados por Cavalcante et al. (2002a), Cavalcante & Cavalcante et al. (2006) e Cavalcante et al. (2007b) pois relataram que plantas jovens de maracujazeiro amarelo são muito sensíveis à salinidade (Mengel & Kirkby, 1983; Baalousha et al., 2006). No entanto, esses autores ressaltam que, em ambientes com teores elevados de matéria orgânica, como evidenciada na composição inicial do substrato desta pesquisa (Tabela 6), a ação dos sais adicionados pela água de irrigação é atenuada, em decorrência das reações físico-químicas existentes

entre os íons catiônicos presente no substrato, especificamente o cálcio, magnésio, potássio e o sódio.

As frequências de aplicação do biofertilizante não influenciou o crescimento em altura das plantas de maracujazeiro amarelo (Figura 32B). Para a TCAA o tratamento SB, apresentou maior valor médio, indicando que o substrato apresentava teores de nitrogênio suficiente para suprir as mudas de maracujazeiro, por ser este, o principal nutriente responsável pelo crescimento em altura, como constatado por Borges et al. (2006) e Diniz et al. (2011).

Apesar da TCRA ser considerada como índice de eficiência, não foi registrado efeito significativo dos tratamentos sobre o crescimento relativo em altura das plantas de maracujazeiro amarelo (Figura 33), indicando que as planta apresentavam a mesma capacidade em produzir novo material vegetativo, obtendo o mesmo incremento do crescimento em altura, confirmando o comportamento observado na TCAA, como observado na Figura 31A.

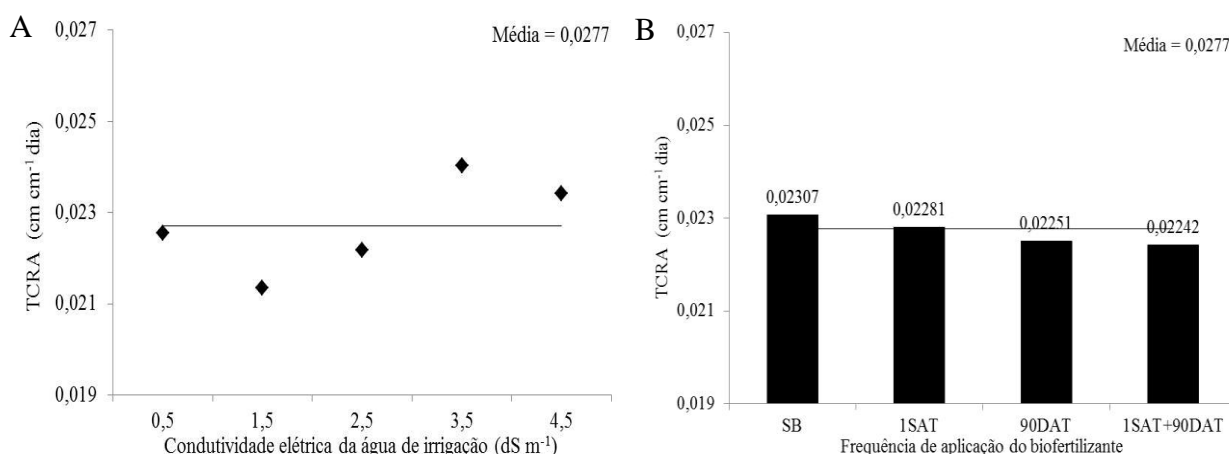


Figura 33. Taxa de crescimento relativa da altura (TCRA) das plantas do maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação e das frequências de aplicação do biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

Durante os 77 dias de avaliação, a TCRA obteve média de 0,0277 cm cm⁻¹ dia⁻¹, demonstrando que o pomar de maracujazeiro amarelo apresentava fluxo constante de crescimento, durante o desenvolvimento e estabelecimento da cultura no campo, o que pode ter sido influenciado pelo curto período de aplicação dos tratamentos, insuficientes para resultarem em modificações biométricas do maracujazeiro. Esse comportamento

pode ter sido resultante também da ação dos componentes presentes no substrato, seja pela disponibilidade de nutrientes resultantes da adição de matéria orgânica e da adubação fosfatada (Bernardi et al., 2000; Diniz et al., 2011) ou seja pela ação reguladora da matéria orgânica sobre a salinidade inicial do substrato.

Pesquisas demonstram que o acúmulo progressivo da salinidade do solo, ao longo do período experimental, normalmente resulta em menores incrementos da TCRA, como evidenciado por Távora et al. (2001), Silva et al. (2009a) na cultura do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e Cavalcante et al. (2010) em pomar de goiabeira. Por outro lado, Nery et al. (2007) estudando a cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas*) irrigado com águas salinas com CEai de 0,60 a 3,00 dS m⁻¹, verificaram ausência de efeito significativo para a taxa de crescimento relativo em altura.

4.2.2 Diâmetro do caule

Registrou-se interação dessas variáveis isoladamente em relação a idades das plantas (Figura 34) tendo os valores ajustados ao modelo linear para o crescimento em diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro amarelo.

O diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro amarelo foi negativamente afetado pelo incremento da salinidade da água a partir do 59 dias após transplantio. Observa-se na Figura 34A, que apenas as águas com CEai superior a 2,5 dS m⁻¹, exerceram efeitos depressivos sobre o diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro amarelo, verificando que os tratamentos irrigados com água de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹), as plantas apresentaram declínio de 10,93% no diâmetro do caule em relação às submetidas à água de 0,5 dS m⁻¹, aos 157 dias após o transplantio.

Comparativamente, o comportamento observado na Figura 34A, está em acordo com o apresentado por Cavalcante et al. (2007d) que também verificaram decréscimos no diâmetro do caule em função do incremento de sais na água de irrigação, sendo que o contato das raízes com o meio adversamente salino contribui para maior e mais rápida absorção de sais que provocam depressividade a todos os órgãos das plantas, inclusive ao caule (Araújo et al., 2000; Neves et al., 2008; Prisco & Gomes Filho, 2010).

A inibição no crescimento com águas de CEai de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ foi provocada pelo maior incremento de sais no substrato (Figura 34), elevando a condutividade

elétrica do extrato de saturação (CEes), resultando na diminuição dos efeitos osmóticos e iônicos, reduzindo a expansão e a divisão celular (Sultana et al., 2002; Munns et al., 2006) nas plantas de maracujazeiro.

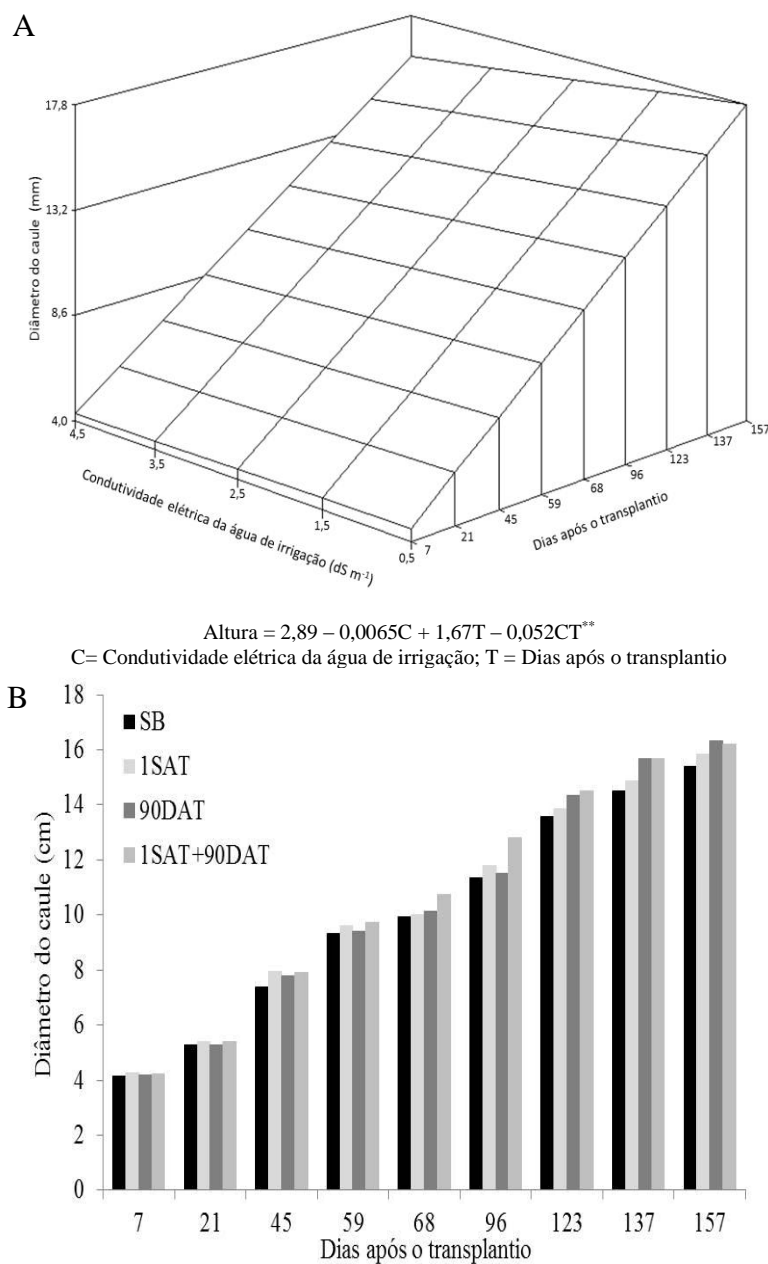


Figura 34. Diâmetro das plantas de maracujazeiro amarelo, em função dos tratamentos: salinidade das águas (A), frequência de aplicação do biofertilizante (B) e idade das plantas. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

Apesar de verificado diferença apenas para os valores do diâmetro caulinar observado a partir dos 59 dias após transplântio, verifica-se numericamente, tendência de redução do diâmetro desde o primeiro período de avaliação, conforme observa-se na Figura 34A, em função da CEai de irrigação. A ausência de efeitos negativos da salinidade para essa variável, nas idades de avaliação entre o 7 e 45 dias após o transplântio, pode ser atribuído ao reduzido tempo de exposição das plantas aos sais que foram adicionados gradativamente pela água e pela característica da própria cultura, pois segundo Cavalcante et al. (2007) o maracujazeiro-amarelo é mais afetado pela salinidade da água e do solo na fase produtiva que durante o crescimento inicial das plantas.

As mudas de maracujazeiro dos 7 aos 59 dias de avaliação em campo estavam morfológicamente homogêneas, e com o mesmo valores de crescimento caulinar, independente da frequência de aplicação do biofertilizante (Figura 34B). Verifica-se que a partir das medições realizadas os 68 dias após transplântio, as frequências de aplicação do biofertilizante passam a influenciar significativamente o diâmetro do caule, promovendo aumento de 7,02% em relação ao tratamento sem a aplicação do insumo (SB). Devido ao intervalo testado para a aplicação do insumo (1SAT e 90DAT), todos os tratamentos com exceção da testemunha receberam aplicação do biofertilizante, por isso, não houve diferença. Além disso, o suprimento de matéria orgânica e da adubação mineral presente no substrato pode ter reduzido o efeito do biofertilizante sobre o crescimento do maracujazeiro amarelo.

O estímulo do crescimento em diâmetro do caule, provocado pelo biofertilizante não foi constatado por Cavalcante et al. (2005c), Cavalcante et al. (2007b), Rodolfo Júnior (2007) e Rodolfo Júnior et al. (2009), no entanto, Collard et al. (2001) e Cavalcante et al. (2009) afirma que a aplicação de esterco bovino líquido fermentado (biofertilizante) influencia o crescimento do maracujazeiro amarelo, pois além de fornecer, melhora a captação e a absorção de elementos minerais essenciais ao desenvolvimento do maracujazeiro amarelo.

Os valores obtidos nessa pesquisa para diâmetro caulinar de 14,02 mm aos 120 dias após do transplântio, foram superiores aos 9,11 e 12,10 mm registrado por Cavalcante et al. (2007) e Nascimento (2010), e inferiores aos 15,64 mm registrado por Rodolfo Júnior et al. (2009).

As condutividades elétricas das águas de irrigação promoveram redução da TCAD nas plantas de maracujazeiro amarelo até os 157 dias após o transplântio, indicando que independente do tempo, a adição de sais ao substrato, prejudicou o estabelecimento das mudas em campo, comprometendo o crescimento caulinar das plantas (Figura 35A).

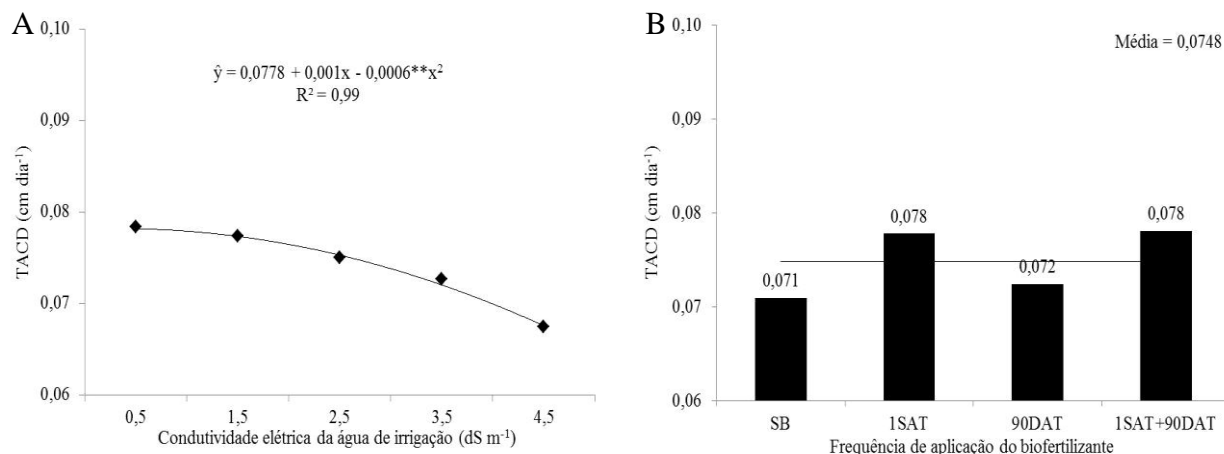


Figura 35. Taxa de crescimento absoluta do diâmetro do caule (TCAD) de plantas do maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

A TCAD foi reduzido nas CEai superiores a 1,5 dS m⁻¹ e estão representado pelo modelo quadrático decrescente, evidenciado na Figura 35A. Os tratamentos irrigados com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹ reduziram em 13,95% a TCAD das plantas, comportamento que condiz com Freire (2011), confirmando que a cultura do maracujazeiro amarelo é sensível aos efeitos salinos da água e do solo (Ayers & Westcot, 1999).

Esses autores explicam que à medida que a salinidade do solo aumenta em função da adição de sais proveniente da água de irrigação, a disponibilidade de água para a cultura diminui, havendo a necessidade de maior gasto metabólico de energia na tentativa de maximizar a absorção de água do solo, inibindo o crescimento vegetativo das culturas (Munns & Tester, 2008). Segundo Richards (1954) a alocação e acumulação de sais solúveis nos tecidos das culturas, dependendo da fenofase da cultura e da quantidade, afetam consideravelmente o crescimento das plantas.

A interação frequência de aplicação do biofertilizante e TCAD (Figura 35B) não resultou em diferença para o teste de médias, porém nas circunstâncias testadas a

aplicação do biofertilizante uma semana antes do transplântio representadas pelos tratamentos 1SAT e 1SAT+90DAT, foram em média, os que mais estimularam o crescimento caulinar das plantas de maracujazeiro amarelo, obtendo $0,0779 \text{ cm cm}^{-1}$. Cavalcante et al. (2009) afirmam que o biofertilizante fornecido uma semana antes da semeadura, promove maior crescimento das mudas de maracujazeiro amarelo, em relação à aplicação aos 30 dias após a emergência das plântulas.

O tratamento composto da aplicação do biofertilizante a cada 90DAT resultou em valores intermediários para a TCAD, com $0,07242 \text{ cm cm}^{-1}$ provavelmente devido à aplicação ter sido realizada 67 dias antes do término das leituras do diâmetro do caule, resultando em período insuficiente para o biofertilizante exercer efeito significativo. O tratamento sem a presença do biofertilizante (SB) resultou no menor aporte no diâmetro do caule de $0,071 \text{ cm cm}^{-1}$.

O crescimento em diâmetro caulinar do maracujazeiro amarelo mensurado pela TCRD, não foi influenciado pelos tratamentos aplicados, observando redução dessa variável com a idade das plantas (Figura 36).

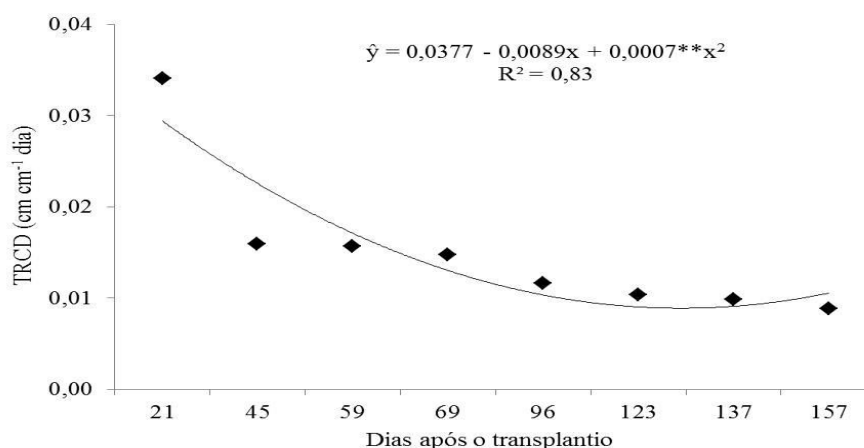


Figura 36. Taxa de crescimento relativa do diâmetro do caule de plantas do maracujazeiro amarelo em função dos dias após o transplântio

As plantas de maracujazeiro apresentaram crescimento máximo de diâmetro caulinar até os 21 dias após o transplântio com $0,034 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, reduzindo em 73,5% dos 45 aos 69 DAT. Observa-se ainda na Figura 36, manutenção da TCRD entre os 123 e 157 DAT, que obtiveram os menores valores com média de $0,0096 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, ou seja, 71,76% inferior ao primeiro período de avaliação (21DAT).

Estes resultados revelam maior crescimento vegetativo durante a juvenilidade das plantas de maracujazeiro amarelo, sendo marcante a redução deste crescimento, no período mais próximo da maturação e do início da fase reprodutiva, onde os fotoassimilados são direcionados para a produção de flores e frutos, concordando com Larcher (2000) e Munns & Tester (2008), que citam haver mudanças de prioridade em função da fenofase das culturas.

4.2.3 Período de poda da haste principal

O número de dias para poda da haste principal do maracujazeiro amarelo sofreu efeito significativo da salinidade da água de irrigação e das frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 37).

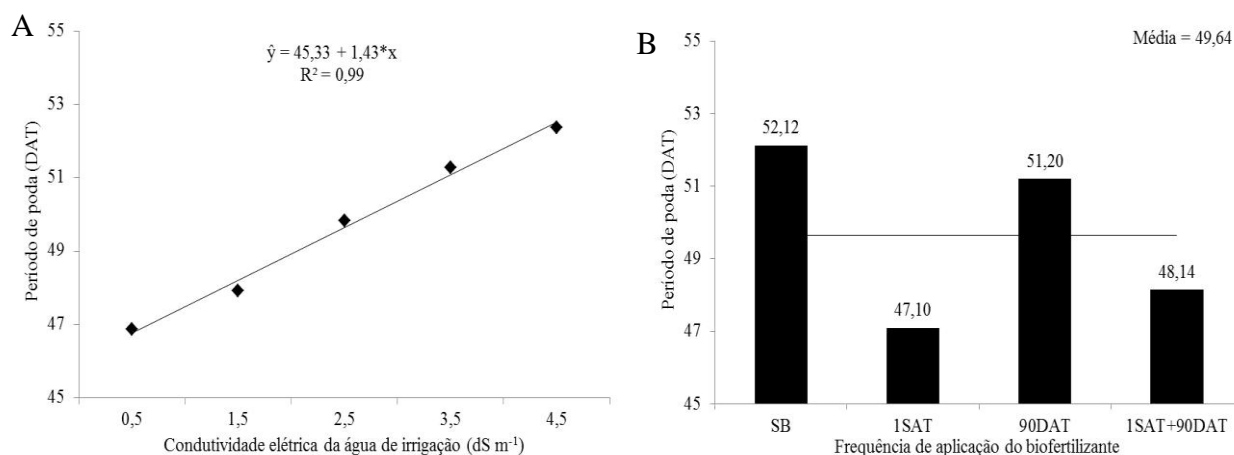


Figura 37. Período do transplântio à poda da haste principal em plantas de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

Os resultados apresentados na Figura 37A evidenciam uma redução no tempo entre a fase de transplântio e poda da haste principal, sob baixa salinidade da água. O incremento do teor salino da água prolongou o período da poda da haste principal, passando respectivamente de 47 para 53 dias após o transplântio entre as CEai de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹ (Figura 37A). Os tratamentos com água de irrigação de condutividade igual a 1,5; 2,5 e 3,5 dS m⁻¹, também elevaram o número de dias para poda, obtendo respectivamente 48, 50 e 51 dias após o transplântio do maracujazeiro amarelo.

O comportamento verificado na Figura 37 é resultante do fato que, as plantas irrigadas com água de maior condutividade elétrica apresentando comprometimento no crescimento em altura (Figura 31A) pela adição de sais ao substrato, necessitando do maior período de tempo para que a haste principal do maracujazeiro amarelado ultrapasse em 10 cm a espaldeira, para proceder à eliminação da dominância apical.

A adição do biofertilizante antes do transplântio por estimular o crescimento em altura resultou na redução do período de poda da haste principal do maracujazeiro amarelado nos tratamentos 1SAT e 1SAT+90DAT, conforme se verifica na Figura 37B, necessitando de 47 e 48 dias após o transplântio, respectivamente. Os tratamentos que não receberam aplicações do insumo em função do período de avaliação, SB e 90DAT necessitaram de 52 e 51 DAT para retirada da dominância apical.

A avaliação do período de poda do maracujazeiro é um componente importante, pois fornecer indicativos se a cultura está sofrendo algum tipo de estresse capaz de interferir no crescimento vegetativo da cultura, e caso isso ocorra, pode-se adotar medidas necessárias para diagnosticar o fator limitante, eliminando ou minimizando seus efeitos para que não haja comprometimento na formação dos ramos secundários e terciários, e por consequente da produção.

Estes comportamentos são compatíveis com os observados por Costa et al. (2005), Cavalcante et al. (2007), Soares et al. (2008), Nascimento (2010) e Freire (2011), porém os resultados observados não, tendo em vista que, o curto intervalo verificado entre o transplântio e a poda da haste principal, média de 49 dias, é resultante da condução das mudas terem sido realizadas em lisímetros suspensos com altura de 60 cm do substrato, resultando em 1,75 m de distância entre o colo das plantas e o arame da espaldeira. Por isso, admite-se que, os resultados encontrados nessa pesquisa, baseados nos valores referentes ao crescimento em altura das plantas são compatíveis com os registrados por esses autores.

Campos (2006) e Freire (2011) aplicaram biofertilizantes, respectivamente a cada 60 e 90 dias, e verificaram que o efluente orgânico exerceu ação de ativador, fomentando o crescimento nas plantas de maracujazeiro, propiciando antecipação da poda da gema apical em até uma semana antes em relação às plantas que não receberam o composto orgânico.

4.2.4 Número de ramos produtivos

O número de ramos produtivos do maracujazeiro amarelo aos 153 DAT não sofreu efeito significativo dos tratamentos aplicados (Figura 38), averiguando diferenciação em relação aos períodos de avaliações.

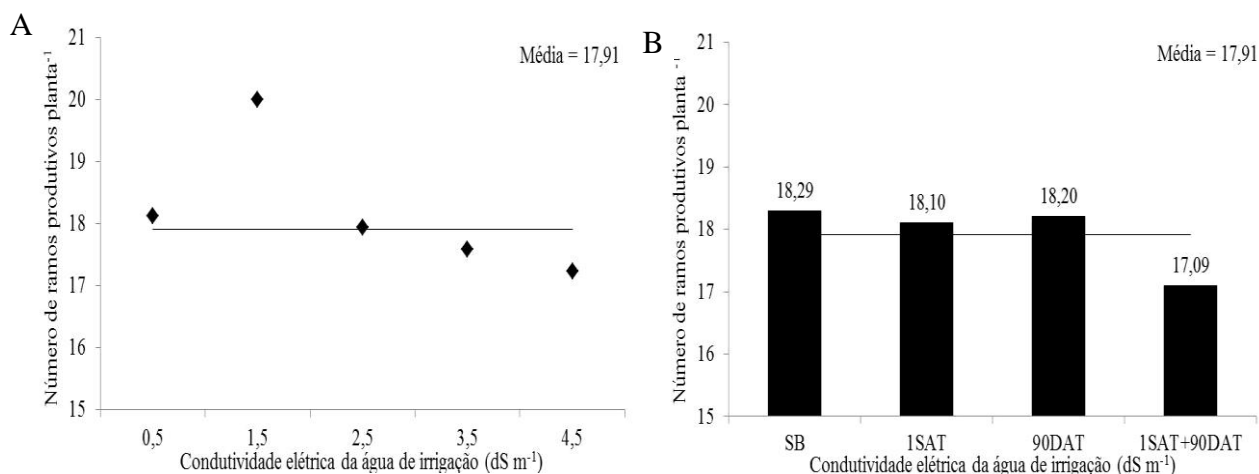


Figura 38. Número de ramos produtivos por planta de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

A irrigação com água salina e as frequência de aplicação do biofertilizante não influenciaram os valores de números de ramos produtivos, que obtiveram médias de 17,91 ramos planta⁻¹ (Figura 38A e 38B). Esse comportamento é semelhante ao verificado por Rodolfo Júnior et al. (2009) e Nascimento (2010), no qual atribuíram a ausência dos efeitos da água salina e da aplicação de biofertilizante bovino sobre o número de ramos produtivos, a adubação periódica de nitrogênio e potássica, que também foi realizado mensalmente a partir do transplantio das mudas de maracujazeiro. Rebequi et al. (2009) e Diniz (2009) afirmam haver aumento do número de ramos produtivos em plantas de maracujazeiro fertilizando com ureia (N) e cloreto de potássio (KCl), registrando aos 165DAT, 28 e 29 ramos planta⁻¹, respectivamente.

As avaliações de contagem dos ramos produtivos iniciaram-se aos 90 dias após o transplantio, no entanto, houve diferença apenas nos valores obtidos a partir dos 113DAT, estimulado provavelmente pela poda dos ramos laterais, que foram realizadas em média aos 103DAT. Na Figura 39, evidencia aumento quadrático do número de

ramos produtivos em função dos dias de avaliação, passando de aproximadamente de 8 para 24 ramos dos 113 aos 153DAT, respectivamente.

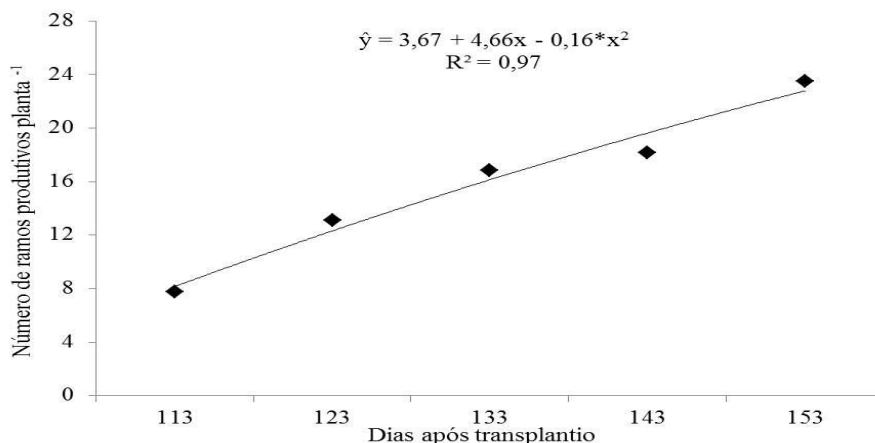


Figura 39. Número de ramos produtivos por planta de maracujazeiro amarelo em função dos dias após o transplântio.

Os valores de número de ramos produtivos por planta são inferiores aos 34 e 29 ramos obtidos por Cavalcante et al. (2007) e Diniz (2009), respectivamente e semelhantes aos 24,7 e 24,75 ramos verificados por Rodolfo Júnior et al. (2009) e Nascimento (2010), em plantas de maracujazeiro amarelo. Segundo Hafle et al. (2009), plantas de maracujazeiro com redução no número de ramos produtivos tentem a apresentar decréscimo na produção, pois resulta na diminuição do número de gemas floríferas e, conseqüentemente, a floração e a produção por planta.

4.2.5 Comprimento dos entrenós

Aos 160 DAT, sete dias após término da desbrota dos ramos secundários, realizou-se avaliação dos espaçamentos entre os nós ou entrenós dos ramos secundários, verificando diferença estática em função dos tratamentos aplicados.

O suprimento com água salina reduziu a comprimento dos entrenós dos ramos secundários do maracujazeiro amarelo em aproximadamente 11,24%, passando de 9,08 para 8,06 entrenós ramo⁻¹, respectivamente nas águas de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹ (Figura 40A). Observa-se que nas CEai de 0,5 e 1,5 dS m⁻¹, ocorre um menor comprometimento do crescimento dos entrenós do maracujazeiro irrigados com águas dessa condutividades. Já nas CEai de 2,5 e 3,5 dS m⁻¹ ocorre redução de pelo menos 7,25% no comprimento

dos entrenós, sendo agravada pela condutividade de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, que reduz em mais de 1 cm a comprimento dos entrenós nos ramos secundários.

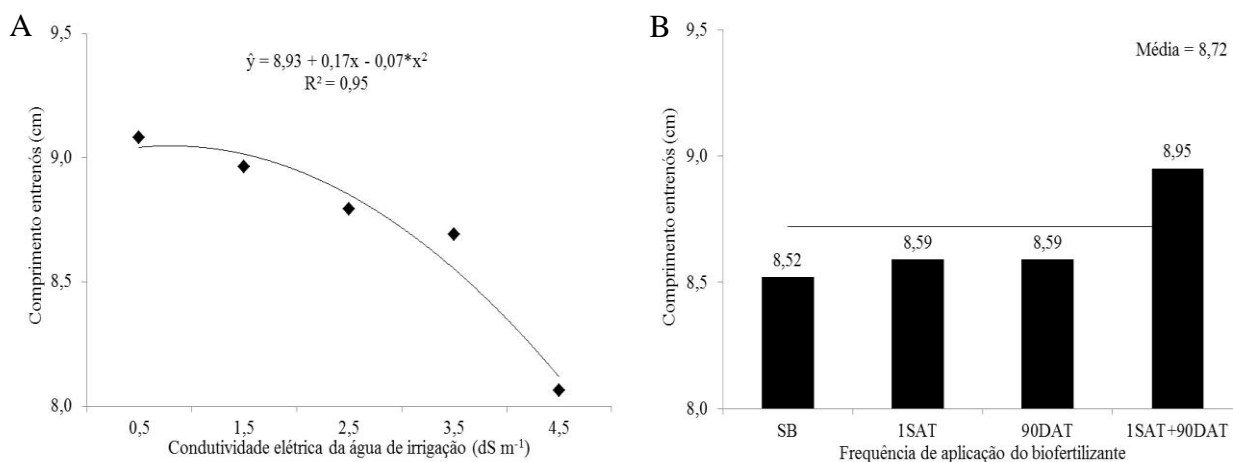


Figura 40. Comprimento dos entrenós nos ramos produtivos por planta de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação (A) e das frequências de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

As aplicações de biofertilizante, apesar da tendência de aumento da comprimento dos entrenós, reportado pela maior frequência de aplicação do biofertilizante (1SAT+90DAT), não resultou em diferença para os valores avaliados (Figura 39).

O número de entrenós é uma característica de crescimento e desenvolvimento importante na avaliação do estado foliar na cultura do maracujazeiro amarelo, pois sofrer menos variação de fatores não controlados do que o número de folhas, sendo mais precisa e com maior facilidade de mensuração (Nogueira Filho, 2005). Dessa forma, onde é avaliado o número de nós indiretamente, é também avaliado o número de folhas.

Grattan & Grive (1999a) afirmam que plantas conduzidas sobre condições de estresse salino são capazes de estimular e assimilar micronutrientes que influenciam na capacidade de antecipar ou retardar a fase de desenvolvimento e produção das plantas. No entanto, Cavalcante et al. (2010) relatam que além desses fatores, a adição de sais ao solo, pode provocar efeito na redução da disponibilidade de água no solo, restringindo o crescimento do maracujazeiro, produzindo ramos menores com menor número de nós e comprimento de entrenós, reduzindo consequentemente o número de folhas e a área

foliar das plantas, além de comprometerem diretamente o número de botões florais, de flores abertas, de frutos e da produção.

Além disso, plantas submetidas à estresses abióticos (salino) tentem a apresentar desequilíbrio nutricional, provocando retardamento do crescimento, redução do limbo foliar e do comprimento do entrenós, provocado principalmente em plantas deficientes em cálcio, zinco e ferro (Ataíde et al., 2006). Por isso, apesar da paridade, houve tendência e por isso acredita-se que a frequência de aplicações do biofertilizante realizadas 1SAT+90DAT, tenha propiciado melhor equilíbrio nutricional das plantas, acelerando o crescimento dos ramos secundários, elevando as médias da comprimento dos entrenós (Figura 39B).

4.2.6 Número de botões florais

A emissão dos botões florais cresceu de forma quadrática com o período de avaliação atingindo o máximo de 383 botões florais planta⁻¹ aos 143 dias após o transplantio (Figura 41). Esse aumento está relacionado ao período de crescimento dos ramos produtivos conforme observado na Figura 39.

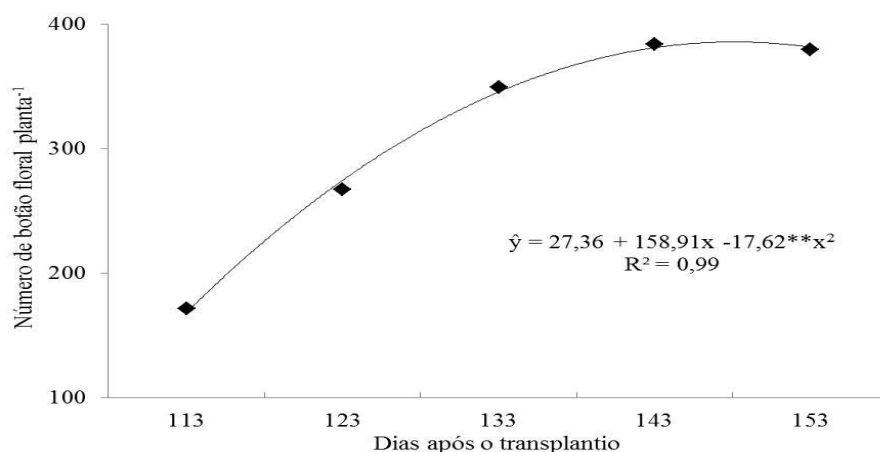


Figura 41. Número de botões florais por planta de maracujazeiro amarelo em função dos dias após o transplantio.

As frutíferas, em geral, têm o número de botões florais afetadas diretamente pelo déficit de umidade no solo antes da floração, que reduz o crescimento vegetativo, aumentando o comprimento dos entrenós e provocando indução da formação de gemas

florais, antecipando e aumentando a formação de botões florais (Menzel et al., 1993; Cavalcante et al., 2007).

Plantas com números elevados de botões florais, em geral, apresentam baixa percentagem de vingamento, como ocorre com o maracujazeiro amarelo, com variação entre 3 e 23% (Freitas, 1995; Freitas, 1998; Freitas & Oliveira Filho, 2003). Esses autores afirmam ainda que os índices de vingamento do maracujazeiro, além de estarem relacionados aos agentes polinizadores, estão estritamente relacionados à viabilidade da flor, que tem sua qualidade comprometida em decorrência do sistema de manejo empregado, conforme Figura 41.

A salinidade da água de irrigação exerceu significativamente efeito prejudicial ao maracujazeiro, refletindo-se no declínio da emissão de botões florais (Figura 42). Plantas irrigadas com água de boa qualidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) apresentaram até 355 botões florais por planta reduzindo em 20,53 botões por incremento unitário da CEai, decrescendo em 27,32% na CEai de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ que obteve 258 botões planta⁻¹ (Figura 42). Provavelmente esse efeito prejudicial tenha sido causado pela acumulação de Na, embora não tenham sido diagnosticados nas folhas quaisquer sintomas visuais de toxidez. Esse comportamento está coerente com Ayers & Westcot (1999) e Cavalcante et al. (2007) ao afirmarem que o maracujazeiro é uma cultura sensível aos efeitos salinos da água e do solo, principalmente na fase produtiva.

A redução do número de botões florais com o aumento da concentração de sais na solução do substrato pode ser decorrente da reação das plantas em condições de estresse hídrico, restringindo o potencial total da água, tornando-a menos disponível às plantas, reduzindo o alongamento celular e a população floral, na tentativa de garantir a preservação da espécie (Xiong & Zhu, 2001). É provável ainda que, com a redução do fluxo de água entre o solo e a planta, tenha restringido a captação de nutrientes pelo sistema radicular, dentre eles o nitrogênio, cuja função é estimular a formação e o desenvolvimento de gemas florais e proporcionar vegetação e perfilhamento das plantas (Malavolta et al., 1997).

Essa suposição é reforçada pela ação mitigadora do biofertilizante, que elevou o número de botões florais por planta independente do período de aplicação do insumo orgânico e da condutividade elétrica da água de irrigação. Nota-se na Figura 42, que o tratamento 1SAT+90DAT resultou no maior número de botões com média de 315

botões planta⁻¹, reduzindo em média para 294 botões nos tratamentos 90DAT e 1SAT, obtendo menor número no tratamento sem a adição do biofertilizante com média de 269 botões por planta⁻¹.

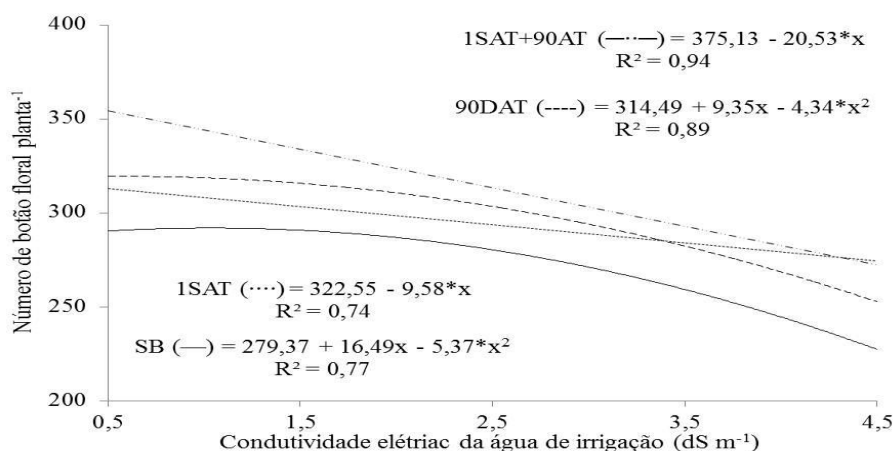


Figura 42. Número de botões florais por planta de maracujazeiro amarelo em função das condutividades elétricas da água de irrigação e das frequências de aplicação do biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplante, 90DAT – a cada 90 dias após transplante, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplante.

No entanto, as elevações do número de botões florais, causado pela adição do biofertilizante podem ser resultantes ainda, do balanço energético das plantas, pois plantas com suprimento satisfatório de nutrientes, tendem a apresentar elevada atividade/custo metabólico de energia, transcolando parte do saldo metabólico ao crescimento foliar, diâmetro dos ramos produtivos, e principalmente para as flores. Segundo Ataíde et al. (2006), existe correlação entre número e tamanho de botões florais, flores e frutos de maracujazeiro amarelo, relatando que plantas em diferentes estados de nutrição tendem a obter maior número de frutos, maior número de flores e de botões florais, no entanto, admite-se que plantas equilibradas nutricionalmente podem apresentar menor número de frutos, porém maior tamanho de flores e botões florais por planta.

4.2.7 Conclusões

- 1- O aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento em altura e o diâmetro caular das plantas de maracujazeiro amarelo, bem como retardou a poda da haste principal;
- 2- A irrigação com água de salinidade superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ provocou a redução da distância do entrenós e do número de botões florais dos ramos produtivos do maracujazeiro amarelo;
- 3- A aplicação do biofertilizante uma semana antes do transplantio proporcionou maior crescimento às plantas, bem como antecipação do período de poda da haste principal, em relação aos tratamentos sem os respectivos insumos.
- 4- O aumento da frequência de aplicação do biofertilizante atenuou os efeitos da salinidade da água de irrigação, elevando o número de botões florais por planta de maracujazeiro amarelo;
- 5- As plantas irrigadas com água de condutividade elétrica menor que $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ e com aplicação do biofertilizante realizada 1SAT+90DAT apresentaram maior crescimento vegetativo do maracujazeiro amarelo.

4.3 Composição mineral das folhas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em diferentes frequências de aplicação do biofertilizante

Macronutrientes na matéria seca foliar

4.3.1 Nitrogênio

As irrigações com águas salinas apesar de não terem influenciado o teor de nitrogênio (N) foliar no maracujazeiro amarelo (Figura 43A), obtiveram média de 51,71 g kg⁻¹, resultando em decréscimo de até 19% em valores absolutos entre a água com CEai de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹. Esses resultados concordam com Marschner (1995) e Bar et al. (1997), que afirma existir efeito antagônico do cloro (Cl) presente na solução do solo, que quando em concentrações elevadas pode reduzir a absorção de NO₃⁻ do solo.

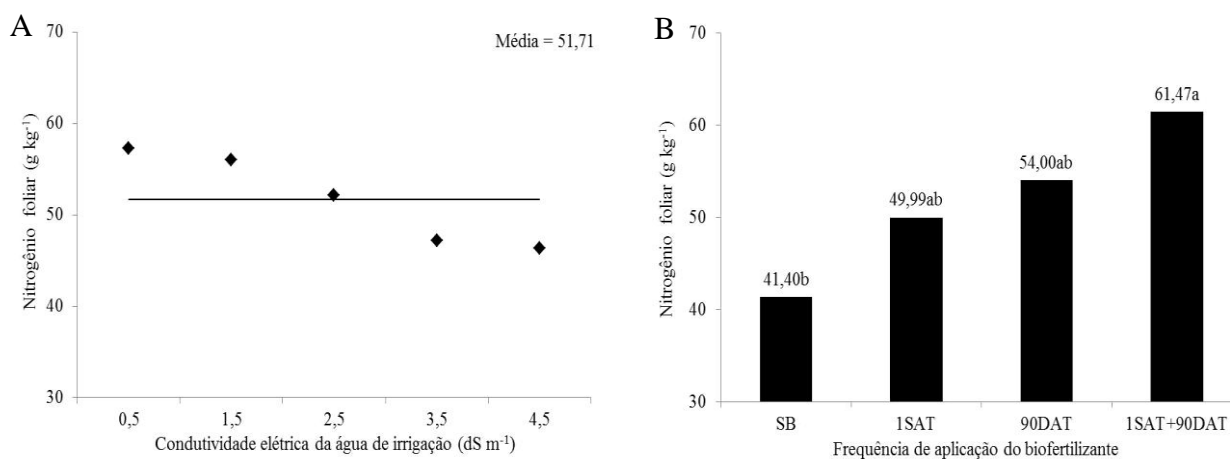


Figura 43. Teores de nitrogênio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

Observa-se na Figura 43B, que as frequências de aplicação do biofertilizante promoveram incremento do N foliar, passando de 41,4 g kg⁻¹ do tratamento SB para 61,47 g kg⁻¹ obtido na frequência 1SAT+90DAT. A superioridade do teor de N foliar provocado pelo maior número de aplicações de biofertilizante pode ter sido resultante do aumento do teor de matéria orgânica no substrato (Figura 14A) e da fertilização, que são as principais fontes de nitrogênio, além da participação dos microrganismos, necessários na decomposição lenta e continua dos compostos, tornando o nitrogênio

capazes de ser absorvido diretamente pelas plantas na forma de nitrato (Lea & Ireland, 1999; Lea & Morot-Gaudry, 2001; Silva et al. 2004; Bayer & Mielniczuk, 2008).

Os resultados da Figura 43 estão semelhantes aos obtidos por Santos (2004), Rodolfo Júnior (2007), Diniz (2010) e Freire (2011), ao constatarem que o N foliar do maracujazeiro amarelo aumentou com o aumento das doses do biofertilizante aplicado ao substrato. Bem como, os teores de N foliar determinados na primeira coleta realizada no início do período de floração do maracujazeiro amarelo, foram superiores aos 40 g kg⁻¹, admitidos como adequados por Malavolta et al. (1997).

4.3.2 Fósforo

Os altos teores de fósforo (P) no substrato evidenciado na Figura 15A, não correspondem aos teores de fósforo (P) foliar, observados na Figura 44, que foram compatíveis aos relatados por Diniz (2009) e Freire (2011), porém estão abaixo dos 4,0 e 5,0 g kg⁻¹ recomendado por Malavolta et al. (1997), indicando que houve uma maior exigência destes nutrientes pelas plantas de maracujazeiro amarelo para a realização de suas funções metabólicas. Plantas submetidas a condições de estresse salino tende a elevar o consumo de fósforo seja pelo armazenamento de energia ou pelo transporte e particionamento de carboidratos (Abd El-Samad & Shaddad, 2000; Mansour et al., 2003).

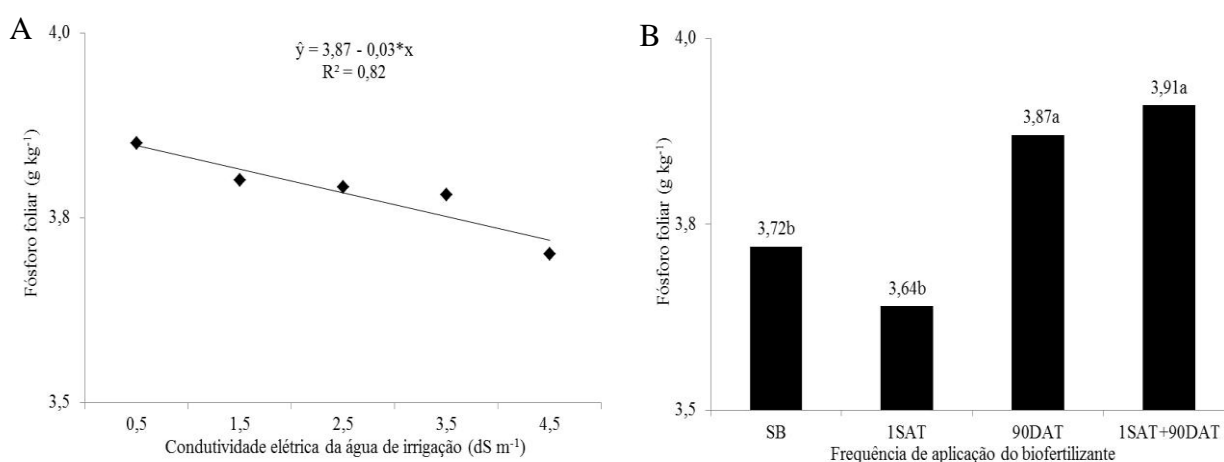


Figura 44. Teores de fósforo foliar na primeira floração do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

A salinidade da água de irrigação reduziu os teores de P foliar, passando de 3,85 g kg⁻¹ na CEai de 0,5 dS m⁻¹ para 3,70 g kg⁻¹ em relação a maior condutividade elétrica (Figura 44A). Comumente, a salinidade diminui a concentração de P no tecido das plantas, devido aos efeitos de força iônica e diminuição da solubilidade deste mineral com o aumento dos níveis de NaCl no solo (Marschner, 1995; Hu & Schmidhalter, 1997; Lacera et al., 2006; Neves et al., 2009).

O aumento das frequências de aplicação do biofertilizante resultou no acúmulo do teor de P foliar (Figura 44B), revelando as maiores concentrações nos tratamentos 90DAT e 1SAT+90DAT, com média de 3,89 g kg⁻¹, ou seja, 5,7% superior aos 3,68 g kg⁻¹ de média obtida para os tratamentos SB e 1SAT.

O biofertilizante bovino por ser um composto orgânico que contém microrganismos podem influenciar no desenvolvimento das plantas de forma positiva, incluindo fungos e bactérias solubilizadoras e fixadoras de fosfato e potássio, capazes de converter elementos da forma indisponível para a disponível para as plantas através de processos biológicos (Vessey, 2003; Wu et al., 2005).

4.3.3 Potássio

Os teores de potássio (K) foliar reduziram quadraticamente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 45A), sendo que apenas o tratamento com condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹, que obteve 23,56 g kg⁻¹ obteve os teores de K foliar deficientes para suprimento adequado do maracujazeiro amarelo, que segundo Malavolta et al. (1997) a concentrações de K entre 35 e 40 g kg⁻¹ são considerados adequados nas folhas de maracujazeiro amarelo.

Provavelmente devido à composição do substrato, o período de avaliação e/ou as fertilizações potássicas realizadas mensalmente, tenham permitido que apenas as plantas submetidas à irrigação com água de alto teor salino sofressem inibição na absorção de K⁺, indicando que essas plantas podem apresentar redução na eficiência fisiológica, como o controle da turgidez do tecido, na ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, na abertura e fechamento dos estômatos, no transporte de carboidratos, na transpiração, dentre outras funções (Malavolta, 1980; Mengel & Kirkby, 1987; Marschner, 1995).

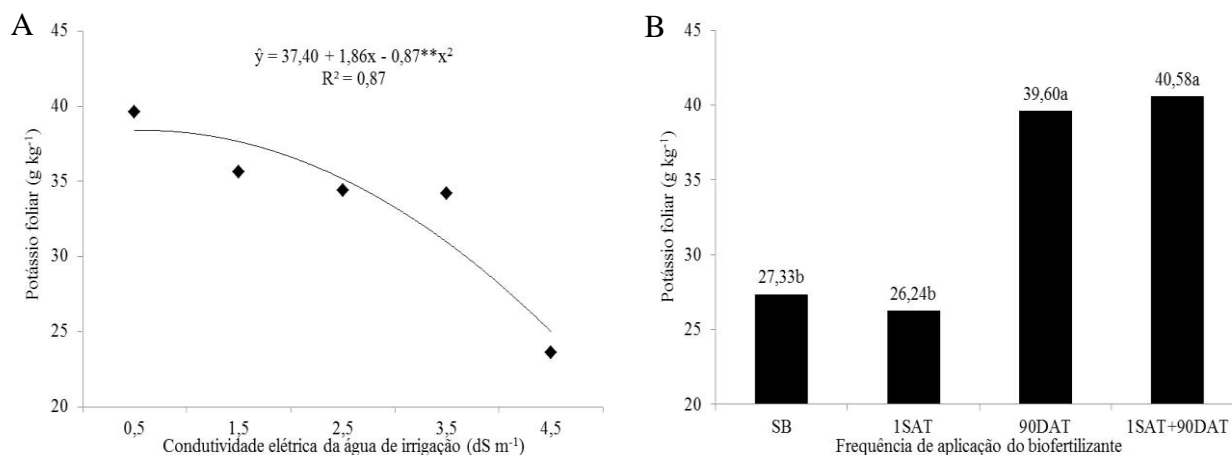


Figura 45. Teores de potássio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio

Cruz et al. (2006), atribui ainda que a redução dos teores de K foliar está relacionado à competição direta que se estabelece entre o K^+ e o Na^+ pelos sítios de absorção na membrana plasmática das raízes ou pela elevação do efluxo de K^+ das raízes no meio de crescimento, por causa de distúrbios na integridade das membranas.

Plantas submetidas aos efeitos do estresse salino que apresentam deficiência de potássio em sua composição foliar tentem a reduzir consideravelmente seu crescimento e capacidade produtiva, pois o K é o mais proeminente soluto inorgânico da planta e como tal tem uma contribuição fundamental para a redução do potencial osmótico das células das raízes, o que é um pré-requisito para a pressão de turgor que determina o transporte de soluto via xilema e o balanço de água na planta (Marschner, 1995; Yoshida, 2002; Blanco, 2010).

Comportamento semelhante ao verificado para N foliar (Figura 43B) e P foliar (Figura 44B), também ocorreu com os teores de K foliar, tendo seus valores elevados com o aumento da frequência de aplicação do biofertilizante (Figura 45B). Os teores de K foliar elevaram de 26,78 g kg⁻¹ nos tratamentos SB e 1SAT para 40,09 g kg⁻¹ obtidos nas frequências 90DAT e 1SAT+90DAT.

Os resultados estão de acordo aos obtidos por Rodrigues et al. (2009a), Nascimento (2010) e Freire (2011), que atribuem esse comportamento as substâncias húmicas e aos solutos orgânicos contidas no biofertilizante, que facilitam a absorção de nutrientes pelas plantas, além de estimular a proliferação e inserir micro-organismos

fixadores no solo (Mahmoud & Mohamed, 2008). No entanto, discordam dos resultados verificados em pomar de maracujazeiro amarelo tratado com biofertilizante e adubação mineral obtidos por Rodolfo Júnior (2007) e Diniz (2009), que não evidenciaram efeitos do biofertilizante bovino comum sobre a nutrição potássica foliar.

4.3.4 Cálcio

As plantas de maracujazeiro amarelo em geral apresentaram teores adequados de cálcio (Ca) foliar, com exceção das plantas irrigadas com água salina de condutividade 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, que obtiveram valores menores de 15 g kg⁻¹ (Figura 46A) considerados ideais por Malavolta et al. (1997).

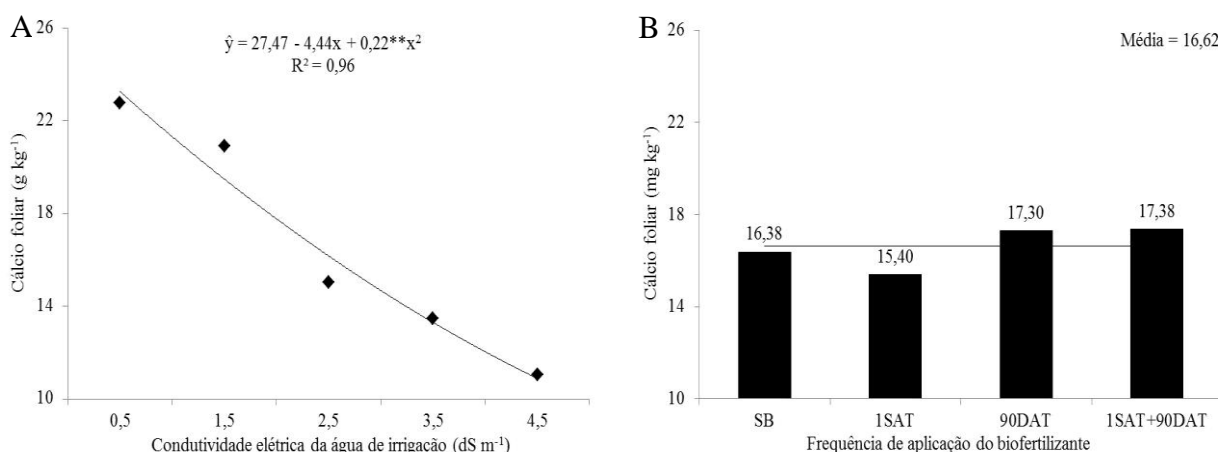


Figura 46. Teores de cálcio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

A concentração foliar de Ca foi comprometida nas plantas irrigadas com água de maior salinidade, reduzindo em aproximadamente 51,58% entre a CEai de 0,5 e 3,5 dS m⁻¹ (Figura 46A). Apesar dessa redução, os teores foram superior ao relatados por Cruz et al. (2006) e Freire (2011) que obtiveram 9,7 e 6,37 g kg⁻¹ de Ca na matéria seca do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina de CE de 3,8 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente.

Semelhantemente a este trabalho, Cramer et al. (1994), Azevedo Neto & Tabosa (2000) e Garcia et al. (2007) reportaram que o aumento do teor de sódio do meio edáfico ocasiona a diminuição dos teores de cálcio nos tecidos das plantas, pois o sódio

desloca o cálcio do plasmalema das células radiculares, o que resulta em uma perda da integridade da membrana, do efluxo citossólico de solutos orgânicos e inorgânicos como a prolina e a glicinabetaina, os quais possibilitariam o estabelecimento de um equilíbrio osmótico no citoplasma mais compatível com o metabolismo celular, favorecendo o crescimento das plântulas sob condições de estresse salino (Cramer et al., 1994) e de íons, notadamente o K (Marschner, 1995), resultando em maior sensibilidade da cultura ao estresse salino, haja vista a seletividade das membranas nos processos de absorção e compartimentação iônica (Azevedo Neto & Tabosa, 2000).

A Figura 46B, demonstra que os tratamentos correspondentes às frequências de aplicação do biofertilizante, não alteraram significativamente os teores de cálcio nas folhas do maracujazeiro amarelo, obtendo média de $16,62 \text{ g kg}^{-1}$, apesar de haver incremento desse elemento no substrato em função das aplicações do biofertilizante. Santos (2004) e Meneses (2007) também não relataram diferenças quanto aos volumes de biofertilizante aplicados sobre o acúmulo de cálcio foliar.

4.3.5 Magnésio

Os teores de magnésio (Mg) foliar, não foram influenciados pela aplicação das diferentes CEai e pela frequência de aplicação do biofertilizante, obtendo, média de $3,45 \text{ g kg}^{-1}$ (Figuras 47A e 47B).

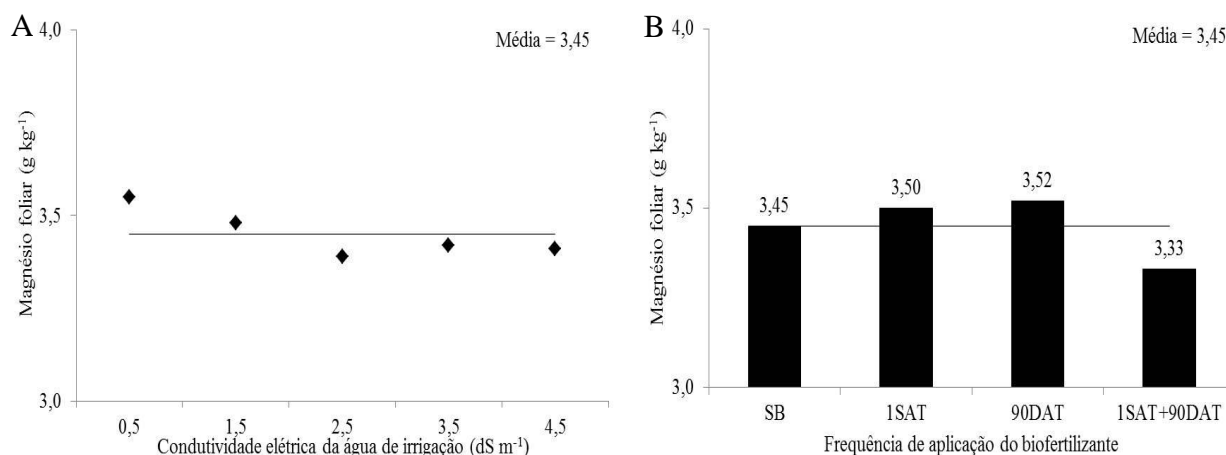


Figura 47. Teores de magnésio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

A concentração do magnésio foliar estavam dentro dos parâmetros considerados adequados por Malavolta et al. (1997), que é de 3 a 4 g kg⁻¹, indicando não haver comprometimentos dos processos fisiológicos exercidas por esse nutriente, principalmente na atuação como cofator das enzimas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, sendo este íon, requerido na integridade dos ribossomos e contribuindo efetivamente para a estabilidade estrutural dos ácidos nucléicos e membranas (Taiz & Zeiger, 2008).

A falta de efeito reportado na Figura 47 pode ser consequência da aplicação do corretivo químico (calcário) que fornecem ao substrato suprimento de cálcio e/ou magnésio na forma de óxidos, influenciando no equilíbrio nutricional no solo e na planta (Siqueira et al, 1975; Fonseca et al., 2002; Prado et al., 2004). Além disso, águas salinas e o próprio biofertilizante apresentam composição química formada por sulfato, carbonatos e bicarbonatos variáveis, dentre eles o de magnésio (Bucher & Reis, 2008; Bernardo et al., 2006; Pereira Júnior et al. 2010).

Pesquisando a influencia da aplicação de biofertilizante e nitrogênio, biofertilizante e cloreto de potássio, Santos (2004) e Meneses (2007) não observaram influencia dos tratamentos sobre os teores de magnésio (Mg) nas folhas de maracujazeiro. Alves et al. (2009), avaliando aplicações de biofertilizante comum e enriquecido na nutrição mineral do pimentão, também não evidenciou alterações do teor de Mg foliar. Porém Rodolfo Júnior (2007), Diniz (2009), Nascimento (2010) e Freire (2011), constataram aumentos da concentração de Mg foliar utilizando doses de biofertilizante e adubação mineral no maracujazeiro amarelo.

4.3.6 Enxofre

Na avaliação do teor de enxofre (S), também não houve diferença em função dos tratamentos aplicados, e os tecidos foliares desse elemento nas plantas de maracujazeiro, apesar da média de 3,0 g kg⁻¹ evidenciada nas Figuras 48A e 48B, apresentavam próximos aos satisfatórios, que segundo Malavolta et al. (1997) deve ser entre 2 e 4 g kg⁻¹.

Rodrigues et al. (2009a) e Nascimento (2010) afirmam não ter obtido efeito da aplicação do biofertilizante em tratamentos sem adubação potássica e na ausência da

fertilização com NPK, respectivamente, sobre as concentrações de enxofre foliar. Comparativamente os valores observados na Figura 48, são inferiores aos obtidos por Cruz et al. (2006), Diniz (2009) e Nascimento (2010).

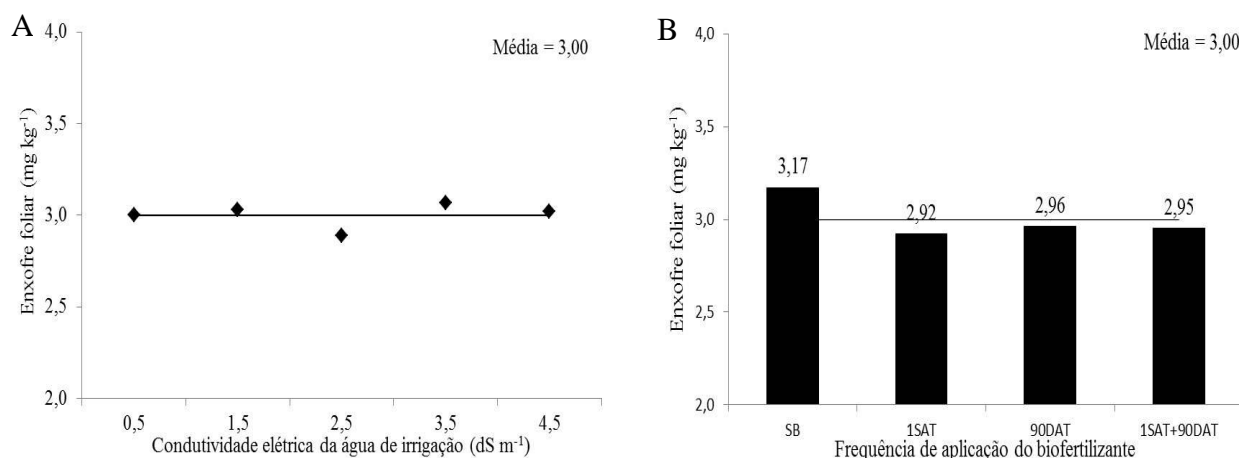


Figura 48. Teores de enxofre foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

As informações referentes ao comportamento do acúmulo de enxofre nos tecidos das plantas cultivadas em condições de salinidade com aplicações de biofertilizante são bastante limitadas. Freire (2011) evidenciou redução dos teores de S foliar em plantas de maracujazeiro amarelo irrigados com água de CE de 4,5 dS m⁻¹ e que a aplicação do biofertilizante bovino comum elevou a concentração desse nutriente na matéria seca foliar da referida cultura.

Cruz et al. (2008) estudando o efeitos da salinidade na nutrição de plântulas de maracujazeiro amarelo corrobora na falta de efeito da salinidade sobre o concentração de S foliar, apesar de verificado menor absorção de enxofre, e sugere que para o maracujazeiro, a salinidade estimula o transporte do S das raízes para parte aérea e do caule para as folhas, o qual nessas circunstâncias, parecem ser um dreno mais efetivo para esse nutriente.

Micronutrientes e sódio na matéria seca foliar

4.3.7 Boro

As concentrações de boro (B) nas folhas apresentaram decrescimento quadrático com o aumento da salinidade da água de irrigação, indicando que as plantas irrigadas com água de boa qualidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) que obteve $42,17 \text{ mg kg}^{-1}$ reduziram em até 34% comparativamente entre as CEai de 1,5; 2,5; 3,5 e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 49A). Portanto, o incremento salino da água de irrigação provocou deficiência de B na matéria seca das folhas de maracujazeiro amarelo, obtendo valores menores que 40 mg kg^{-1} , considerados equilibrados por Malavolta et al. (1997).

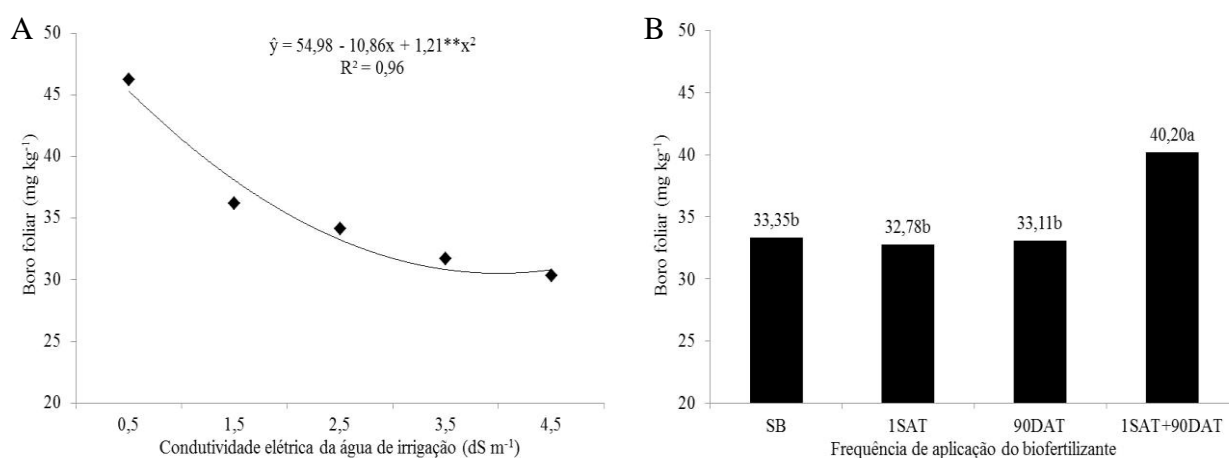


Figura 49. Teores de boro foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

Plantas com deficiências nutricionais de B apresentam restrições no crescimento radicular, ausência ou anormalidade na diferenciação vascular, principalmente em relação ao floema, e necrose do ápice radicular (Gupta, 1993; Marschner, 1995). Com o colapso dos vasos condutores, tem-se a redução do crescimento das raízes que não recebem quantidade suficiente de fotossintatos, e, finalmente, a absorção de água e de nutrientes também é afetada (Prado et al., 2006).

Para as frequência de aplicação, apenas o tratamento que consistiu na aplicação 1SAT+90DAT ($40,17 \text{ mg kg}^{-1}$), resultou em elevação em 20% nos teores foliares de boro em relação à média de $33,03 \text{ mg kg}^{-1}$ obtida entre os tratamentos SB, 1SAT e 90DAT (Figura 48B). Menezes Júnior et al. (2008), estudando doses crescentes de

biofertilizante bovino na nutrição mineral do mamoeiro, afirmam haver incrementos dos teores de B, sendo favorecido pelo maior volume aplicado.

As plantas irrigadas com água de boa qualidade e com aplicação de biofertilizante aplicado 1SAT+90DAT, apresentaram teores adequados de B, nas folhas, no entanto as demais obtiveram valores inferiores aos 40 mg kg^{-1} , teor considerado adequado por Malavolta et al. (1997).

O B é o único micronutriente que se apresenta como molécula não ionizada na solução do solo, mas pode ser adsorvido por óxidos hidratados de Fe ou de Al. Tal adsorção é dependente do pH do solo, dessa forma, acredita-se que os valores de pH da solução do substrato (Figura 49) alcançados após a elevação dos níveis de salinidade da água de irrigação, podem ter sido suficientes para promover a adsorção do B, reduzindo sua disponibilidade e acúmulo nos tecidos foliares das plantas de maracujazeiro amarelo (Carvalho et al., 2001).

Os resultados obtidos para boro foliar, foram superiores aos verificados por Macedo (2006) e Nascimento (2010) que obtiveram $15,10$ e $23,55 \text{ mg kg}^{-1}$ em maracujazeiro irrigado com água salina. No entanto, foram inferiores aos $62,4$, $58,7$ e $71,07 \text{ mg kg}^{-1}$ de boro obtidos por Rodolfo Júnior (2007) e Diniz (2009) em plantas de maracujazeiro tratados com biofertilizante bovino associado à adubação com NPK e nitrogênio, respectivamente.

4.3.8 Cobre, ferro e zinco

Os valores de Cu, Fe e Zn não sofreram interferências significativas para o aumento da salinidade da água de irrigação, bem como para as frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 50), embora as sejam comuns inibições competitivas do Cu entre o Zn e Fe (Malavolta et al. 1997).

As plantas estavam adequadamente supridas em Cu, Fe e Zn com teores médios respectivos de $16,31$ (Figura 50A), $135,42 \text{ mg kg}^{-1}$ (Figura 50B) e $47,08 \text{ mg kg}^{-1}$ (Figura 50C), pois segundo Malavolta et al. (1997) plantas de maracujazeiro amarelo com teores foliares de Cu entre 10 e 20 mg kg^{-1} , de Fe variando de 120 a 200 mg kg^{-1} e o de Zn entre 25 e 40 mg kg^{-1} apresentam teores equilibrados desses nutrientes.

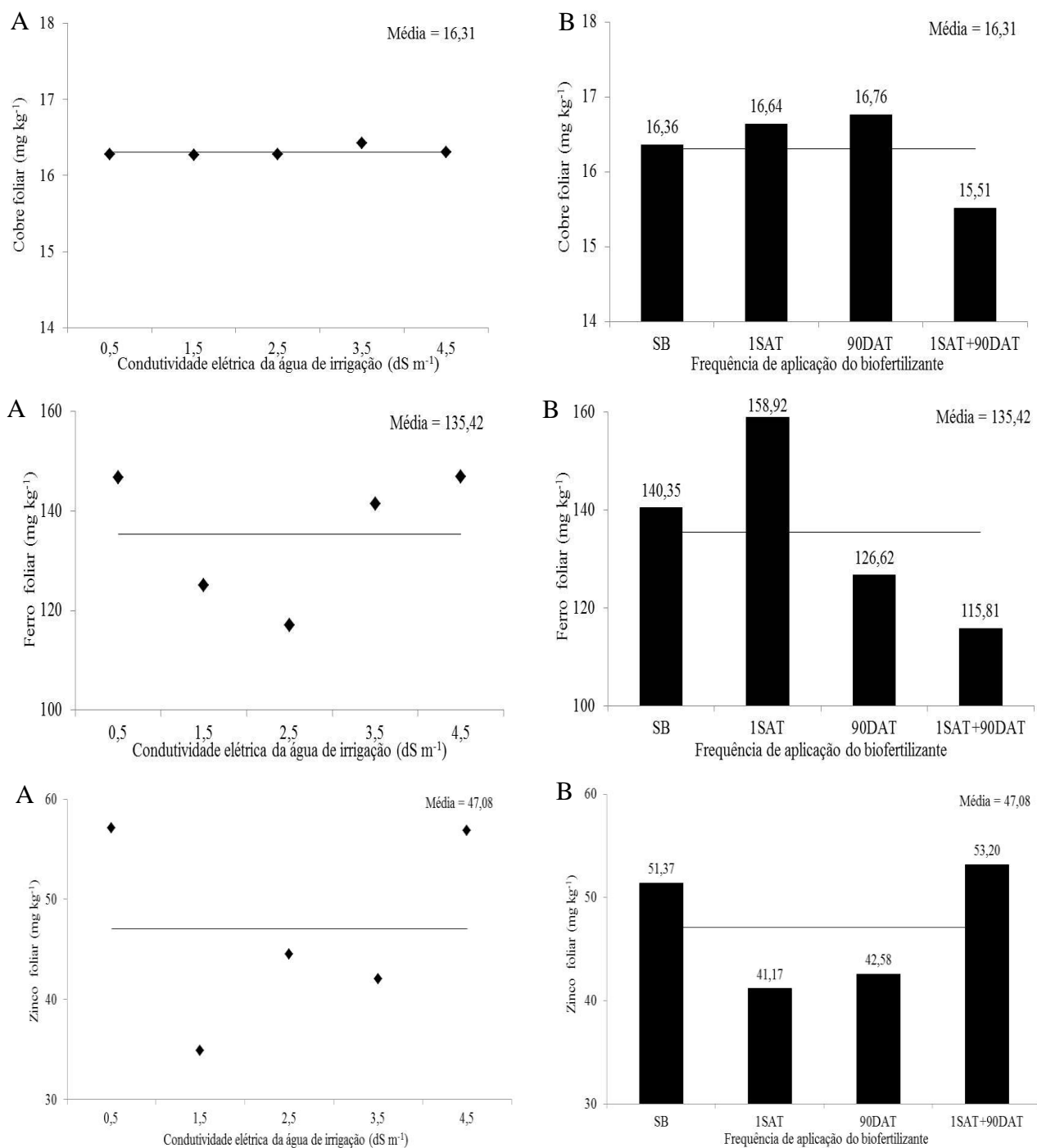


Figura 50. Teores de cobre, ferro e zinco foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio

A concentração elevada desses micronutrientes nos tecidos foliares é consequência da adubação de fundação realizada com esterco bovino, que

disponibilizou esses elementos ao substrato, em quantidades que atende a necessidades fisiológicas das plantas. Outro fator que deve ser levando em consideração é que os cátions micronutrientes, principalmente o Fe e o Cu sofrerem grande influência do pH e do conteúdo de cálcio no solo (Grattan & Grieve, 1999b), ou seja, em condições ácidas apresentam maior solubilidade e disponibilidade para a absorção, podendo tornar-se às vezes, tóxicos às plantas. Com o aumento do pH esses íons passam para formas insolúveis (óxidos e hidróxidos) ocorrendo diminuição na sua solubilidade e disponibilidade às plantas (Dechen & Nachtigall., 2006; Abreu et al., 2007).

Macedo (2006), Nascimento (2010) e Freire (2011) corroboram com os resultados encontrados na Figura 50A e 50B, reportando que a aplicação do biofertilizante bovino comum a cada 90 dias a partir do transplantio, não exerce efeito sobre os teores de cobre e ferro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo. É interessante ressaltar que, para os teores foliares elevados de Cu, pode ser resultante das pulverizações, em algumas épocas, com fungicidas (oxicloreto de cobre) que continham, em sua formulação, altas concentrações deste elemento (Carvalho et al., 2001).

4.3.9 Manganês

Os resultados observados para o manganês (Mn), apresentados na Figura 51 estão abaixo dos teores indicados para a cultura do maracujazeiro de 400 a 600 mg kg⁻¹, segundo Malavolta et al. (1997). Porém, não foram observados sintomas visuais como amarelecimento internerval e uma estreita faixa de tecido verde ao longo das nervuras, típicos de deficiência de Mn (Marschner, 1995). Segundo Marschner (1995), o nível crítico do manganês para a maioria das culturas varia entre 10 e 20 mg kg⁻¹ de Mn na matéria seca de folhas maduras.

As CEai influenciaram os teores foliares do Mn, observando na Figura 51A, reduzindo linearmente em 6,19 mg kg⁻¹ por incremento unitário da CE da água de irrigação, resultando portanto em diminuição de 24,17% dos teores de Mn entre os tratamentos com condutividade de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹.

O comportamento observado nas Figuras 51A está de acordo com o observado por Freire (2011) que evidenciaram redução no teor de micronutrientes provocada pela salinidade da água de irrigação. Grattan & Grieve (1999a) sugerem que a aquisição de

micronutrientes, como ferro e manganês, pela planta, pode ser afetada pela composição do meio salino, podendo-se observar redução na absorção desses micronutrientes em função do antagonismo com o íon cálcio em excesso.

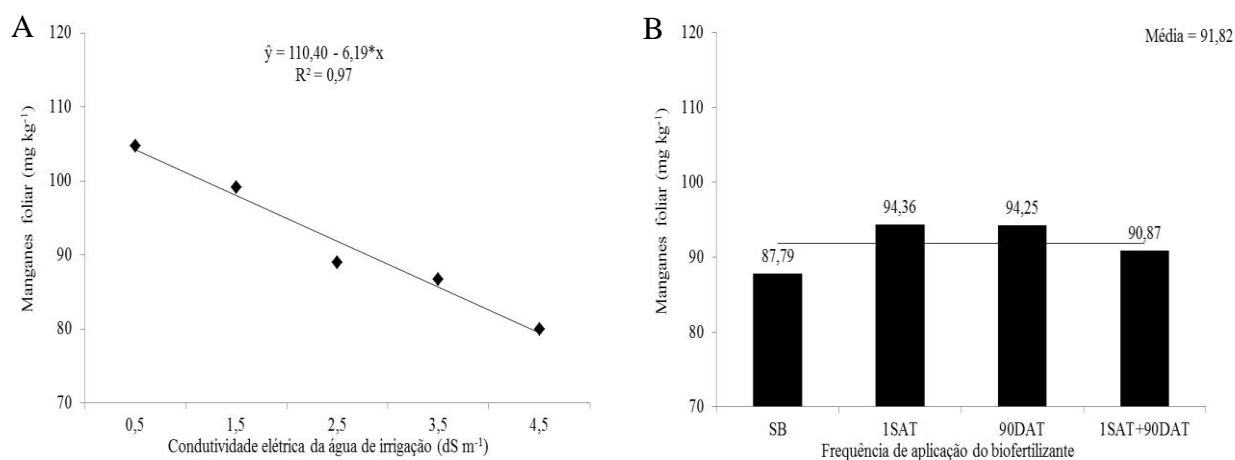


Figura 51. Teores de manganês foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplante, 90DAT – a cada 90 dias após transplante, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplante

A redução dos teores de manganês (Figura 51A) e do boro (Figura 48A) foliar evidenciados nas plantas de maracujazeiro irrigadas com água salina, podem ser resultantes da acidez potencial da solução do substrato (Figura 13) que provavelmente tenha resultado em alterações de solubilidade e disponibilidade desses micronutrientes as plantas, por apresentaram totalmente ou parcialmente nas formas insolúveis no solo (Marschner, 1995; Grattan & Grieve, 1999b).

As frequências de aplicação do biofertilizante não resultaram em incremento dos teores de Mn foliar em relação às frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 51B). Rodolfo Junior (2007) relata que o biofertilizante bovino comum, não interfere nos teores de micronutrientes do maracujazeiro provavelmente devido a sua composição química.

4.3.10 Sódio

O aumento dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação promoveu ajuste linear crescente para os teores de sódio (Na) na matéria seca foliar do

maracujazeiro (Figura 52A), passando de 2,51 para 3,67 g kg⁻¹ respectivamente entre a CEai de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹.

Verificou-se, entre a menor e a maior CEai, um incremento de 46,21% nos teores de Na nas folhas, resultante da presença do sódio na composição química das águas utilizadas para irrigação. Os valores de sódio apresentado na Figura 52, são compatíveis com os verificados por Gondim et al. (2009) e por Nascimento (2010) que relata terem encontrados respectivamente teores de 2,36 e 2,35 g kg⁻¹ de sódio em plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água de CE ≤ 0,5 e 3,8 dS m⁻¹.

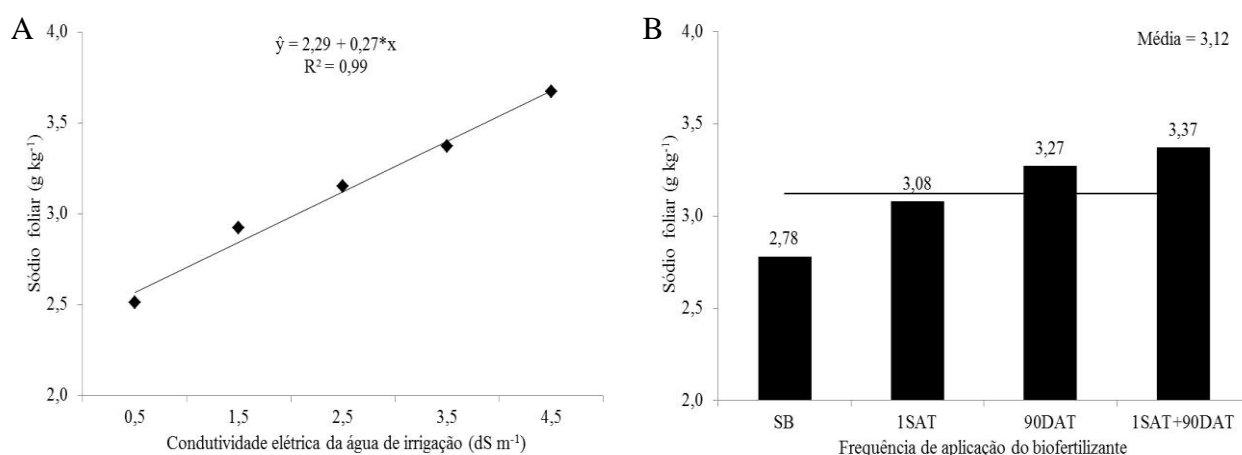


Figura 52. Teores de sódio foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplante, 90DAT – a cada 90 dias após transplante, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplante

Cavalcante et al. (2005a) e Silva et al. (2007) afirmam que a elevação da salinidade da água de irrigação é o principal fator responsável pelo aumento da salinidade elevando a disponibilidade e consequente absorção e acúmulo no tecido vegetal. Mirisola Filho (2003) e Inocência et al. (2010) reportam que o sódio absorvidos pelas plantas é translocação parcialmente para as folhas, sendo este o caule, as raízes e as folhas, órgãos da planta que podem acumular sódio.

As plantas glicófitas, sensíveis ou moderadamente sensíveis à salinidade, como o maracujazeiro amarelo, também apresentam mecanismos para tolerância a salinidade, apesar de pouco eficaz, promovem exclusão de sais, mas são incapazes de compartimentalizar o sal residual absorvido como as halófitas fazem de forma eficiente,

resultando no aumento da concentração de sais nos tecidos, podendo atingir níveis tóxicos nas folhas (Munns, 2002).

No entanto, as frequências de aplicação do biofertilizante apesar de aumentarem as concentrações absolutas de sódio, não houve diferenciação, obtendo média de $3,12 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 52B). Estes resultados discordam dos obtidos por Rodrigues (2007), Meneses (2007), Nascimento (2010) que registraram menor teor de sódio em plantas de maracujazeiro tratadas com diferentes tipos de biofertilizante bovino. Porém, Freire (2011) afirma que a aplicação de biofertilizante no solo elevou a concentração de Na foliar em relação às plantas de maracujazeiro amarelo sem a presença do efluente, passando de $5,15$ para $6,41 \text{ g Kg}^{-1}$.

4.3.11 Relação do sódio com o potássio, cálcio e magnésio

A determinação das relações do sódio com o potássio, cálcio e magnésio (Na^+/K^+ , $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$ e $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$) revelam-se como importantes variáveis para a analisar o estado nutricional das plantas quando submetidas à salinidade (Azevedo Neto & Tabosa, 2000), e revelaram-se sinergismo significativas com o incremento da salinidade da água de irrigação (Figura 53).

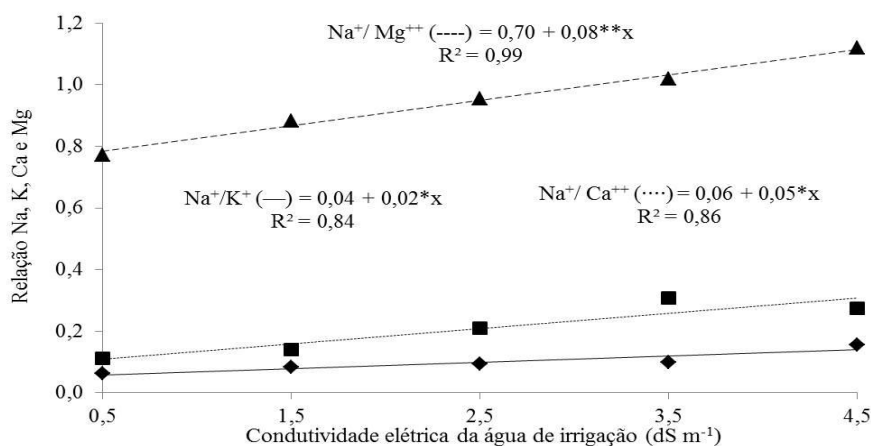


Figura 53. Relação do sódio com o potássio (—), cálcio (·····) e magnésio (-----) foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas.

As plantas de maracujazeiro amarelo quando submetidas ao estresse salino apresentaram a capacidade de manter os níveis adequados de K^+ , em condições de elevada concentração de Na^+ no solo. Verifica-se na Figura 53, que a relação Na^+/K^+ na

CEai de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ resultou no maior valor, e consequente desequilíbrio na absorção iônica, ou seja, os teores de sódio no substrato irrigados com água de CE até $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, não foram prejudiciais à relação Na^+/K^+ , e portanto, não houve comprometimento da seletividade dos íons de K^+ pelas raízes, mantendo, provavelmente melhor eficiência osmótica sob condições de estresses salino (Taiz & Zeiger, 2008).

A relação Na^+/K^+ é um dos fatores intimamente relacionado ao grau de tolerância das culturas à salinidade, podendo ser utilizando como o índice para toxicidade do sódio, devido ser um íon inibidor de enzimas que requerem o potássio (Greenway & Munns, 1998).

Na relação $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$, houve diferenciação a partir da CEai de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 53) indicando que, o incremento de sódio no substrato (Figura 19) e o aumento da disponibilidade desse elemento, resultando em maior absorção radicular, e consequente maior acúmulo na fitomassa foliar, e que, a partir dessa CE o Na^+ apresentou concentração suficiente para deslocar o Ca^{+2} da membrana celular, induzindo à perda de sua integridade da membrana e efluxo citossólico de solutos orgânicos e inorgânicos, resultando em desequilíbrio na absorção iônica radicular (Marschner, 1995; Azevedo Neto & Tabosa, 2000) do maracujazeiro amarelo.

Quanto à relação $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$, ocorre diferenciação em todas as CEai, obtendo máxima relação na CEai de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$. O incremento da relação sódio magnésio pode revelar perdas qualitativas e quantitativas nas atividades enzimáticas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, além do comprometimento da integridade dos ribossomos e na estabilidade estrutural dos ácidos nucleicos e membranas (Taiz & Zeiger, 2008).

Na literatura são raros os artigos que fazem referência do sinergismo entre Na e Mg, ocorrendo, entretanto, esse fenômeno entre Mg^{2+} e Ca^{2+} (Ferreira Neto et al., 2007), com a elevação de Ca^{2+} no citossol estimulada pela absorção de Mg. Ao contrário, geralmente é encontrada inibição competitiva entre os dois elementos, como observado em maracujazeiro (Soares et al., 2002). As explicações para o aumento da absorção de Mg podem envolver o cálcio, por ser menor o raio iônico de magnésio. Segundo Ferreira (2002), cálcio e magnésio não têm a mesma seletividade de troca iônica, devido à menor energia de adsorção de magnésio, favorecendo sua absorção, o que deve ter se refletido nos dados obtidos neste trabalho.

4.3.12 Conclusões

- 1- As plantas de maracujazeiro amarelo estavam devidamente supridas em nitrogênio, enxofre, cobre, ferro e zinco, porém apresentavam teores foliares de fósforo, potássio, cálcio e boro abaixo dos considerados satisfatórios;
- 2- O efeito da condutividade elétrica da água de irrigação resultou na redução na foliar concentração de fósforo, potássio, cálcio, boro e manganês, obtendo os menores valores nos tecido das plantas irrigados com as CEai de 3,5 e 4,5 d Sm⁻¹
- 3- A salinidade da água elevou os teores de sódio, bem como, as relações Na⁺/K⁺, Na⁺/Ca⁺² e Na⁺/Mg⁺² nas folhas do maracujazeiro amarelo;
- 4- As frequências de aplicação do biofertilizante realizada 1SAT+90DAT, proporcionaram incremento dos teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, boro, manganês;
- 5- O biofertilizante não exerceu efeito na redução foliar de sódio nas plantas irrigadas com as águas salinas, porém, sua aplicação não elevou a concentração foliar desse elemento no maracujazeiro amarelo.

4.4 Clorofila e carotenóides em maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas no substrato com biofertilizante bovino

As plantas de maracujazeiro amarelo apresentaram diferenciação quanto aos níveis de salinidade da água de irrigação para as variações dos pigmentos fotossintéticos de clorofila *a*, *b* e total.

As concentrações dos pigmentos, clorofila *a*, *b* e total, apresentaram comportamentos semelhantes, reduzindo quadraticamente com o incremento salino da água de irrigação (Figura 54). As irrigações com CE de 0,5 a 2,5 dS m⁻¹, que apresentaram praticamente não foram influenciadas pela concentração de sais solúveis da água de irrigação, apresentaram média para clorofila *a* de 1,28 mg g⁻¹ de matéria fresca (Figura 54A), clorofila *b* de 0,49 mg g⁻¹ de matéria fresca (Figura 54B) e clorofila total de 1,77 mg g⁻¹ de matéria fresca (Figura 54C), sugerindo que plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas de condutividade elétrica inferior a 2,5 dS m⁻¹, não afetam a concentração de clorofila foliar.

Observa-se que o incremento da concentração salina, nas CEai de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ foram os que mais favoreceram a degradação clorofilática, provocaram redução da eficiência fotossintética na folhas do maracujazeiro amarelo, resultando em perdas médias de 42, 28 e 38% respectivamente para a concentração de clorofila *a* (Figura 54A), *b* (Figura 54B) e total (Figura 54C).

Os resultados do teor de clorofila em função dos níveis de salinidade mais elevados no maracujazeiro amarelo estão de acordo com as observações de Parida et al. (2004), Cavalcante et al. (2009) e Mendonça et al. (2010) que verificaram a redução do conteúdo de clorofila em folhas de plantas submetido à estresses salinos, e atribuíram esse comportamento a alta salinidade do solo, pois as plantas desenvolvem alterações fisiológicas e bioquímicas, que provocam aumento da atividade enzimática da clorofilase, que degrada as moléculas deste pigmento fotossintetizante e induzem a destruição estrutural dos cloroplastos, além de promoverem desbalanceamento nas proteínas de pigmentação (Rao & Rao, 1981; Sing & Dubey, 1995; Jamil et al., 2007).

A razão entre o teor de clorofila *a* *b*⁻¹ (Figura 55) manteve comportamento semelhante ao observado na Figura 54, reduziu significativamente passando de 2,61

para 2,09, entre as CEai de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente. O comportamento observado indica que as plantas, no período de avaliação apresentavam relação menor que 3:1, demonstrando desequilíbrio nas proporções entre os teores de clorofila *a* e *b*.

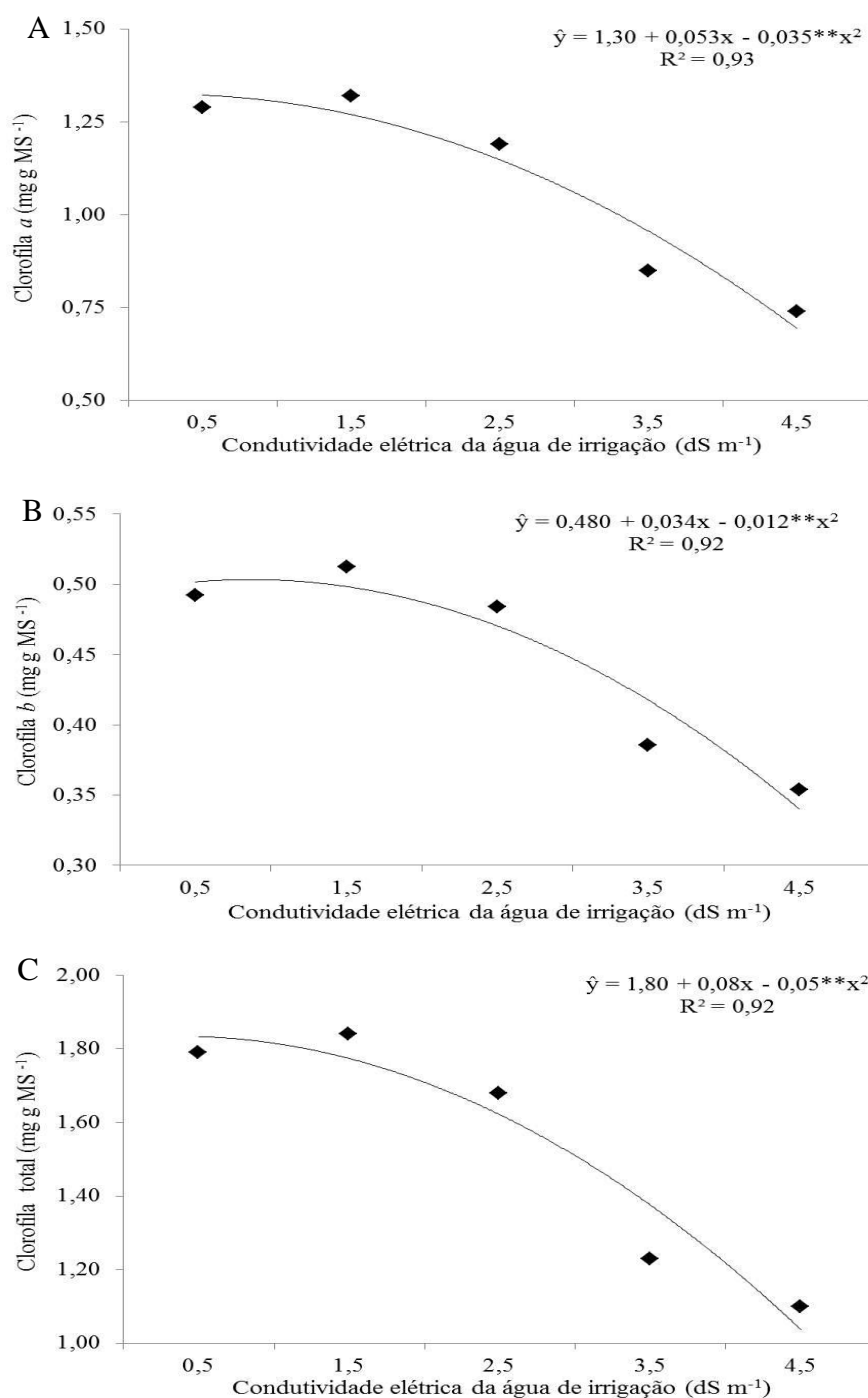


Figura 54. Teores de clorofila *a* (A), clorofila *b* (B) e clorofila total (C) em folhas de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas.

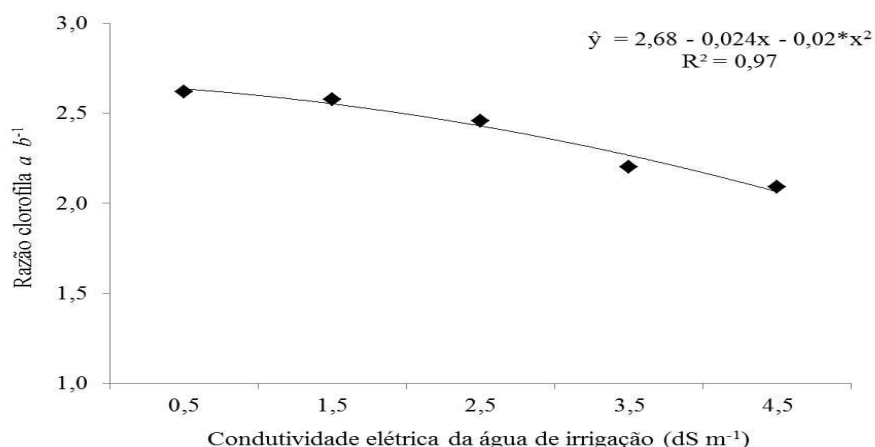


Figura 55. Razão clorofila $a\ b^{-1}$ em folhas de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas.

Inicialmente as plantas conduzidas em manejo irrigado com água salina de CE até $2,5\ dS\ m^{-1}$, praticamente não apresentaram redução da razão clorofila $a\ b^{-1}$, com valor médio de 2,52 (Figura 55). Normalmente plantas submetidas a condições de campo, apresentam limitações, seja em decorrência de fatores ambientais (estresse hídrico, pH, luminosidade reduzida e temperatura) apresentam ainda estresse resultante do manejo antrópico, podas, induções e produção. No entanto, associados a estes fatores, ocorre provavelmente, devido à adição de água com elevada concentração de sais, 3,5 e $4,5\ dS\ m^{-1}$, efeito do estresse salino nas plantas do maracujazeiro, tendo em vista que houve redução de 19,92% na razão clorofila $a\ b^{-1}$, obtendo média de 2,15.

Pode-se atribuir estas reduções, provavelmente ao acúmulo de sais no substrato e nas plantas do maracujazeiro amarelo, que possam ter provocado modificações no processo de conversão da clorofila b em clorofila a , resultando em alterações na dinâmica da clorofila a oxigenase, enzima responsável pela catalisação na conversão do grupo metil (clorofila a) ao grupo aldeído (clorofila b) (Xu et al., 2001; Streit et al., 2005). Entretanto, as reduções nos teores de clorofila com a elevação da CEai foram bem mais expressivas (em termos relativos) nas concentrações de clorofilas a ; por isso, acredita-se que a clorofila b foi, aparentemente, mais estável (Figura 54). Desta forma, pode-se averiguar que a clorofila do tipo b apresentou maior resistência à degradação provocada, geralmente, pelo aumento da atividade de enzimas oxidativas induzido por NaCl (Silveira et al., 2003).

As aplicações de biofertilizante não exerceram efeito sobre os teores de clorofila *a* (Figura 56A), clorofila *b* (Figura 56B) e clorofila total (Figura 56C), apresentando médias de 1,08, 0,44 e 1,53 mg g de matéria seca, respectivamente. Provavelmente este comportamento, possa ser atribuído em parte, ao efeito das frequências de aplicação do biofertilizante sobre os teores nutricionais da cultura, tendo em vista que as aplicações do efluente orgânico não exerceram influência sobre os conteúdos foliares de nitrogênio (44,43 mg kg⁻¹), potássio (37,43 mg kg⁻¹), magnésio (2,69 mg kg⁻¹) e enxofre (4,43 mg kg⁻¹). Os teores de clorofilas são diretamente influenciados pela concentração destes elementos, seja por deficiência ou por excessos nutricionais, principalmente pelo teor de nitrogênio foliar, existindo correlação positiva, pois o nitrogênio participa da formação de aminoácidos os quais formam proteínas, influenciando, portanto a síntese de clorofila (Malavolta et al., 1997).

A ausência de efeito da aplicação do biofertilizante sobre os teores de clorofila, não corroboram com os resultados obtidos por Silva Filho & Silva (2002) e Freire (2011), que afirmam que a aplicação do biofertilizante bovino no solo, quando absorvido pelas plantas, exerce ação sobre a fotossíntese e a síntese de clorofila. No entanto, a ação deste composto, é influenciada pela natureza e volume do biofertilizante aplicado, pela cultivar explorada, pelo estado nutricional da cultura e pela idade e parte da folha amostrada.

Os teores de carotenóides foram preservados independentemente do aumento da salinidade da água de irrigação e da frequência de aplicação do biofertilizante, apresentando média de 0,313 mg g de matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo (Figuras 57A e 57B).

Os carotenóides são pigmentos que durante a fotossíntese podem desempenhar duas funções distintas: absorção de luz nos complexos de captação de luz atuando como pigmentos acessórios e exercendo ação foto-protetora do aparato fotoquímico (Kerbauf, 2004), prevenindo danos foto-oxidativos às moléculas de clorofila (Raven, et al., 2001). Provavelmente, a aplicação dos tratamentos tenham sido insuficientes para provocar a degradação de β -caroteno e promover a redução da síntese de zeaxantina, pigmentos estruturais dos carotenóides, aparentemente envolvidos na proteção da clorofila. Por isso acredita-se que a concentração de carotenóides é influenciada prioritariamente, pela

taxa de sombreados e ao índice de exposição das plantas a irradiância, comum em plantas conduzidas em condições de campo aberto e expostas à alta irradiância.

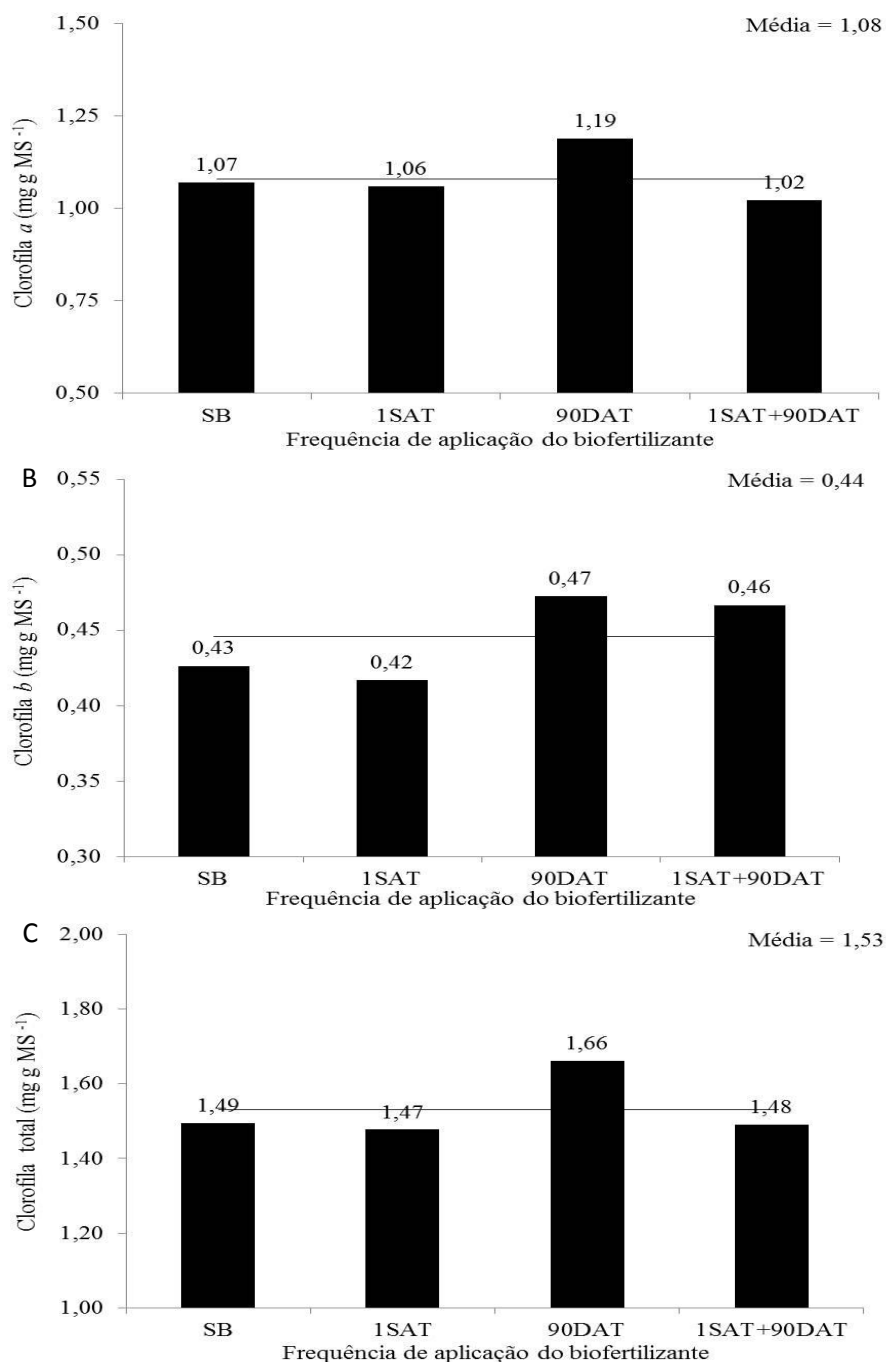


Figura 56. Teores de clorofila *a* (A), clorofila *b* (B) e clorofila total (C) em folhas de maracujazeiro amarelo em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

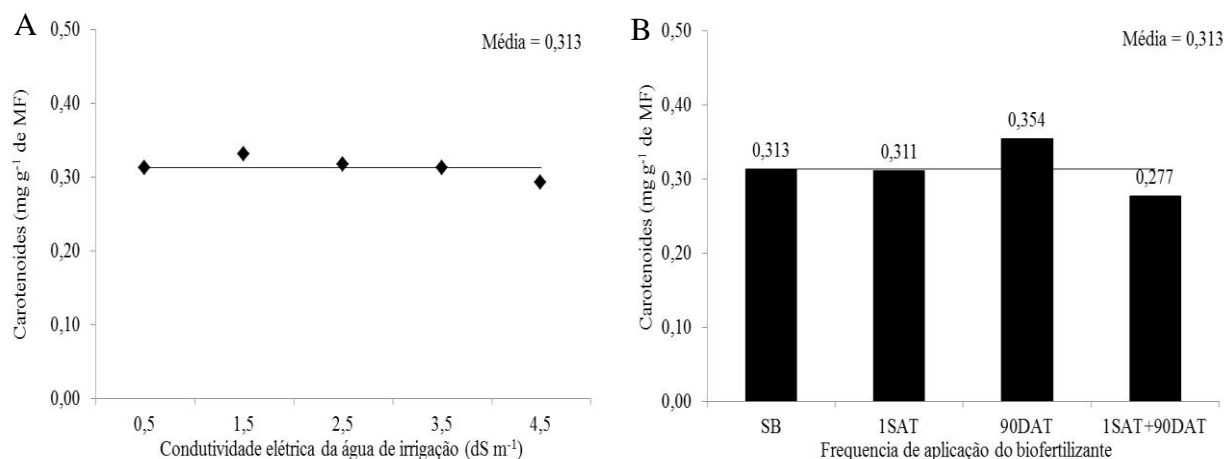


Figura 57. Teores de carotenóides em folhas de maracujazeiro amarelo irrigados com águas salinas (A) em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

4.4.1 Conclusões

- 1- Os teores de clorofilas são afetados pela condutividade elétrica da água de irrigação, reduzindo acentuadamente os conteúdos desses pigmentos nas CEai superiores a 2,5 dS m⁻¹, resultando no desequilíbrio das proporções entre os teores de clorofila *a* e *b*, obtendo relação inferior a 3:1;
- 2- Os teores de carotenóides totais não são afetados pelas diferentes concentrações salinas da água de irrigação nas folhas do maracujazeiro amarelo;
- 3- O biofertilizante bovino nas frequências de aplicação ao substrato na forma líquida não influencia a produção de clorofila e nem de carotenóides pelas plantas de maracujazeiro amarelo.

4.5 Águas salinas e frequências de aplicação do biofertilizante na produção do maracujazeiro amarelo

4.5.1 Massa média de frutos na primeira e segunda safra

Verificou-se diferença significativa para os efeitos das condutividades elétricas das águas de irrigação e frequência de aplicação do biofertilizante, isoladamente, sobre os valores de massa média do fruto, número de frutos e a produção do maracujazeiro amarelo na primeira e segunda safra da referida cultura.

O aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento dos frutos com reflexos negativos na massa média total dos frutos (Figura 58A). As perdas foram mais drásticas nas plantas irrigadas com águas a partir de 2,5 dS m⁻¹, com declínios mais acentuados, em média de 26%, em relação aos valores iniciais, registrados nos frutos das plantas irrigadas com águas de condutividades de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ (Figura 58A).

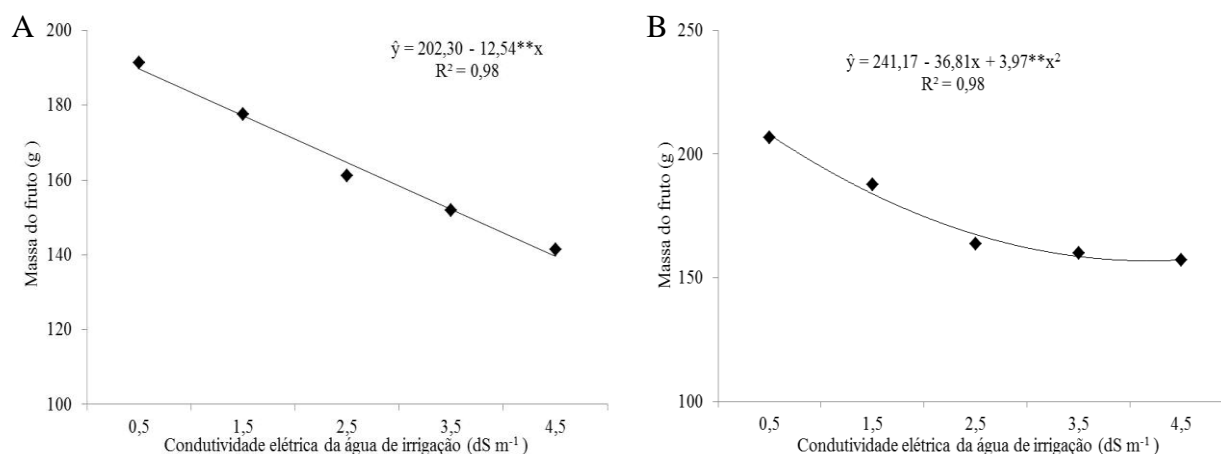


Figura 58. Massa média de frutos na primeira (A) e na segunda (B) safra do maracujazeiro amarelo em função da salinidade de água de irrigação.

A massa média dos frutos foi diminuída de 191,29 g fruto⁻¹ na CEai de 0,5 dS m⁻¹ para 177,60; 161,19; 151,87 e 141,47 g fruto⁻¹, respectivamente para as CEa de irrigação de 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ (Figura 58A).

As características físicas da massa dos frutos na segunda produção apresentaram também redução dos valores como verificado na Figura 57A, tendo os dados ajustados ao modelo quadráticos com o aumento da CEa de irrigação. Pela Figura 58B pode verificar que a utilização de água salina com CEai entre 2,5 e 4,5 dS m⁻¹ em condições

prolongadas de irrigação, exerceram o mesmo efeito sobre a característica de massa do fruto, indicando que provavelmente haja um ajustamento fisiológico da cultura, que quando submetidas a condições de estresse, ativem mecanismo reguladores que possam minimizem os efeitos dos sais, dependente da intensidade ou acúmulo deste no solo e na planta (Munns, 2002; Heuer, 2003; Ashraf & Harris, 2004).

A redução da massa, em função do aumento da salinidade da água de irrigação, é atribuída à diminuição do potencial osmótico na solução do substrato, resultando em aumento da disponibilidade dos sais dissolvidos e sódio. Essa situação promove absorção excessiva ao nível de provocar toxicidade, desequilíbrio nutricional e perdas de atividades dos processos fisiológicos e metabólicos das plantas glicófitas, em geral (Tester & Davenport, 2003; Taiz & Zeiger, 2008; Ferreira-Silva et al., 2008).

Condição de estresse provoca perdas generalizadas da massa e dos demais componentes e qualidade dos frutos (Freire et al., 2010), principalmente na cultura do maracujazeiro amarelo que é sensível à salinidade da água ou do solo (Ayers & Westcot, 1999).

Os declínios promovidos pelo aumento da salinidade das águas à massa média dos frutos (Figura 58) evidencia a intensidade da ação dos sais na fase reprodutiva do maracujazeiro amarelo em comprometer o tamanho dos frutos, o rendimento em polpa e a perda de massa das sementes que pode resultar em prejuízos na viabilidade, como verificado também por Oliveira et al. (2009), ao avaliarem a qualidade de frutos de maracujá amarelo sob irrigação com água de alta e baixa salinidade.

Apesar do aumento de sais nas águas induzirem perdas significativas e o mercado exigir frutos com massa acima de 170 g, desde o início da década de 2000 (Meletti et al., 2002), a massa média dos frutos variou de 190 a 155 g nas plantas irrigadas com águas de 0,5 a 3,5 dS m⁻¹. Frutos com essa variação de massa são admitidos como adequados para o consumo ao natural e indicam a possibilidade de se utilizar águas de salinidade acima de 3 dS m⁻¹ que oferece restrição à maioria das plantas cultivadas, inclusive ao maracujazeiro amarelo (Ayers & Westcot, 1999).

Quanto à ação do biofertilizante, houve incremento da massa média do fruto (Figura 59), com aumento da frequência de aplicação do insumo orgânico na primeira e na segunda safra do maracujazeiro amarelo.

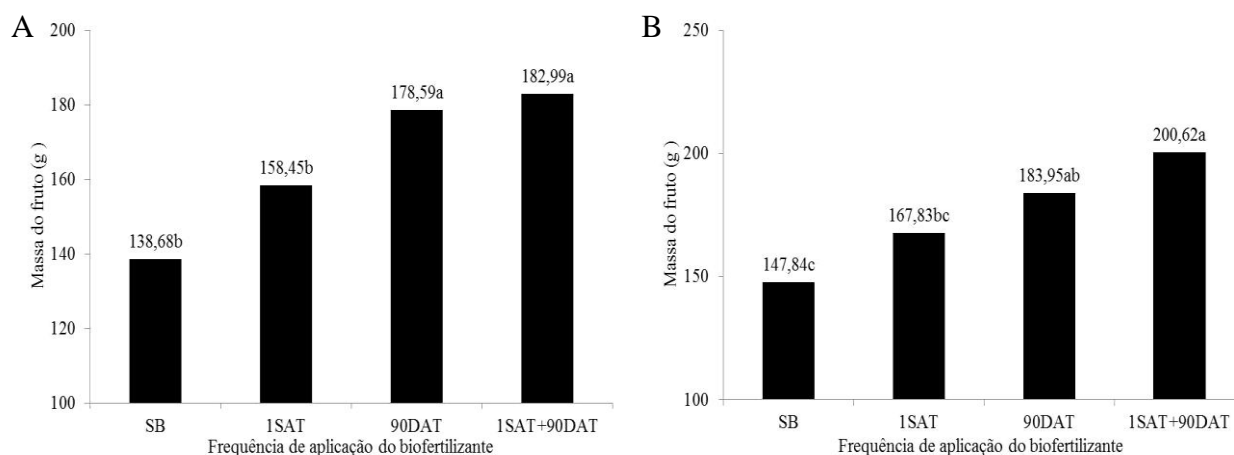


Figura 59. Massa média de frutos na primeira (A) e na segunda (B) safra do maracujazeiro amarelo em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

A ação do biofertilizante em geral, nas aplicações a cada 90DAT e 1SAT+90DAT, foram semelhantes, comportamento evidenciado também para os tratamentos SB e 1SAT, apesar de que a aplicação do biofertilizante na maior frequência resultou em superioridade em massa para a variável avaliada (Figura 59). No entanto, é importante ressaltar que apesar de haver apenas uma aplicação de biofertilizante, no tratamento 1SAT, esta provocou efeito benéfico no aumento das massas nas variáveis, mesmo que esta aplicação tenha sido realizada 6 e 12 meses antes do período de colheita, demonstrando o possível efeito residual do biofertilizante.

Os resultados para massa média dos frutos na primeira e na segunda produção (Figura 59), para os tratamento com condutividade inferior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e com aplicação do biofertilizante aos 90DAT e 1SAT+90DAT, foram inferiores ao 230 g fruto^{-1} relatados por Vianna-Silva et al. (2008), superiores aos relatados por Fischer et al. (2007) e semelhantes aos obtidos por Rodrigues et al. (2009a), indicando que estes frutos estão adequados ao mercado *in natura*, que exige massa entre 170 e 210 g fruto^{-1} (Dantas et al., 2006).

O aumento na massa do fruto com o aumento das frequências de aplicação do insumo orgânico no substrato pode estar relacionado ao aumento da população de microrganismos, e, por consequência, maior disponibilidade de substâncias húmicas, aumentando o consumo de nutrientes que exercem efeitos sobre as funções vitais das plantas, ocasionando condições que propiciaram um melhor equilíbrio nutricional,

promovendo maior disponibilidade de nutrientes às raízes e por consequente aos frutos, durante o período de formação (Rodrigues et al., 2009b).

4.5.2 Número de frutos por planta na primeira safra

Na primeira safra o número de frutos por planta foi influenciado apenas pela salinidade da água (Figura 60A), não verificando efeito do biofertilizante sobre esta variável, produzindo em média 55 frutos planta⁻¹ (Figura 60B).

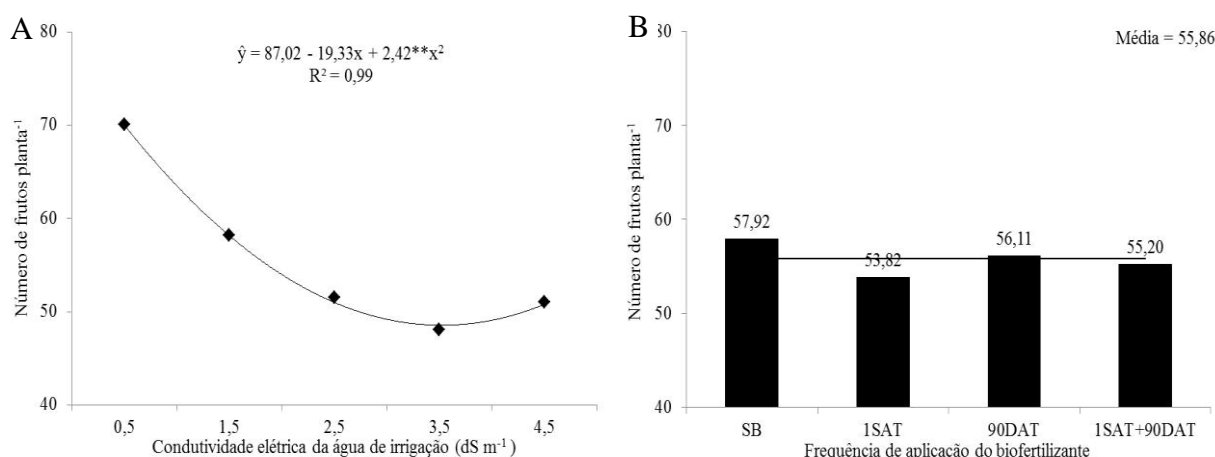


Figura 60. Número de frutos por planta de maracujazeiro amarelo na primeira safra em função da salinidade de água de irrigação (A) e em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

Os resultados obtidos para número de frutos por plantas são considerados satisfatórios, se comparados aos obtidos por Cavalcante et al. (2005b) e Soares et al. (2008) em ensaios utilizando água salina com CEai de até 5,0 dS m⁻¹ e em ambiente com redução de perdas hídricas irrigado com água de diferentes condutividades elétricas, respectivamente, que obtiveram de 18 a 42 frutos planta⁻¹ e de 45 a 62 frutos planta⁻¹, respectivamente.

O comportamento do número de frutos sob as frequências de aplicação do biofertilizante (Figura 60B), registrado na primeira safra, foi superior aos valores obtidos por Santos (2004), Campos (2006) e Freire (2011), com variação de 31 a 48, de 30 a 39 e de 21 a 43 frutos planta⁻¹, respectivamente, no cultivo do maracujazeiro com biofertilizante comum e Supermagro irrigado com água salina.

A não influência das frequências de aplicação do biofertilizante sobre o número de frutos por planta de maracujazeiro na primeira produção pode ser atribuída, provavelmente, aos intervalos entre as aplicações de 90 dias, que, em função da época de aplicação e do período de floração, esse insumo possa ter sido incapaz de promover a formação e acumulação de compostos orgânicos nas células, em quantidade suficiente que pudesse resultar em maior formação e viabilidade de flores.

4.5.3 Produção por planta na primeira safra

O comportamento para número de frutos foi semelhante ao observado para produção por planta, sendo que a elevação de sais na água de irrigação provocou redução da produção de maracujazeiro amarelo, com superioridade para os tratamentos com água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, que apresentaram uma produção de $10,76 \text{ kg planta}^{-1}$ (Figura 61A). No entanto, verifica-se queda da produção nas condutividades elétricas de $1,5$ e $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ obtendo $8,76$ e $7,51 \text{ kg planta}^{-1}$, respectivamente, o que também ocorreu com as CEai de $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, com produção correspondente a $6,64$ e $6,76 \text{ kg planta}^{-1}$.

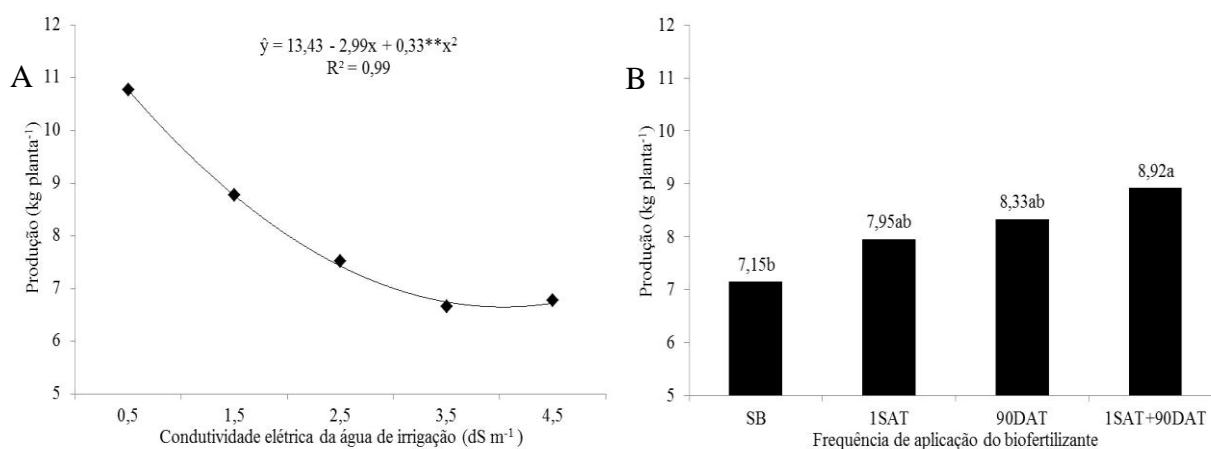


Figura 61. Produção por planta de maracujazeiro amarelo na primeira safra em função da salinidade de água de irrigação (A) e em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

O modelo quadrático ajustado aos dados da primeira produção indica haver estabilização da produção a partir da CEai de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, com redução média de 37,20% em comparação com as plantas irrigadas com água de boa qualidade ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$). Este

comportamento pode ser atribuído às características físicas do substrato, ao acondicionamento do substrato em recipientes com redução de umidade por percolação lateral e por profundidade e, ainda, pela frequência de irrigação adotada que manteve o teor adequado de umidade do substrato.

O aumento da concentração de sais aplicado via água de irrigação, provavelmente reduziu o potencial osmótico da solução do solo, requerendo das plantas maior dispêndio energético para absorção de água (Tester & Davenport, 2003). Assim, sob estresse salino, as plantas atrasam a emissão de folhas e desativam parte de sua área foliar, na tentativa de reduzir a perda de água por transpiração, diminuindo, conseqüentemente, a assimilação de carbono e a produção metabólica (Ferreira Neto et al. 2007), refletindo tais ajustes, na menor formação dos frutos e, conseqüentemente, na redução da produção.

Portanto, a acumulação temporal de sais no substrato, provavelmente tenha reduzido o número de flores por planta, ou até mesmo, interferido na viabilidade das flores, uma vez que as mesmas não resultaram na formação de frutos, em decorrência dos efeitos depressivos da salinidade sobre os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, devido à acumulação de sódio e/ou cloro em concentração elevada (West, 1986; Hu & Schmidhalter, 1997; Netto et al., 2005). Essas reações são típicas de organismos vivos sob condições de estresse abiótico (Werner & Finkelstein, 1995; Lacerda, 2005).

Os efeitos das frequências de aplicação do biofertilizante sobre a produção por planta (Figura 61B) resultaram no incremento produtivo, favorecido nas maiores frequências de aplicação do insumo orgânico. O tratamento sem a aplicação do efluente orgânico (SB) resultou em menor produção (7,15 kg planta⁻¹), seguido com valores intermediários para as aplicações 1SAT (7,95 kg planta⁻¹) e 90 DAT (8,33 kg planta⁻¹) e com superioridade para o tratamento 1SAT+90DAT (8,92 kg planta⁻¹). Essa maior produção pode ser atribuída ao adequado fornecimento e disponibilidade de nutrientes pelo biofertilizante (Damatto Júnior et al., 2005), bem como das atividades biológicas do substrato, que incrementaram a produção unitária por planta de forma proporcional à frequência de aplicação.

A produtividade atingida neste trabalho para a primeira safra foi, 8,86 t ha⁻¹ em média para as plantas irrigadas com CEa de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ e de 14,35 t ha⁻¹ para as irrigadas com água de boa qualidade, sendo semelhante à média nacional de 14,13 t ha⁻¹

e superior à nordestina de 10,05 t ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2010; IBGE, 2010). No entanto, foi inferior à amplitude de 16,8 a 21,4 t ha⁻¹ apresentada por Dantas et al. (2006), 14,25 t ha⁻¹ obtida por Macêdo et al., (2006) e os 26,11 t ha⁻¹ registrados por Rodrigues et al. (2009a), em pomares tratados com biofertilizante comum (esterco bovino fresco e água), sem polinização artificial, na segunda safra da cultura do maracujazeiro, que é naturalmente superior à primeira.

4.5.4 Número de frutos por planta na segunda safra

Na segunda colheita houve diferença significativa para o número de frutos apenas em função das salinidades das águas de irrigação (Figura 62), sendo que as frequências de aplicação do biofertilizante não influenciaram os valores observados dessa variável.

O aumento da salinidade da água inibiu quadraticamente o número de frutos por planta (Figura 62A). Verifica-se, que o maior número de frutos foi obtido nas plantas irrigadas com CEa de 2,5 dS m⁻¹ (103,59 frutos planta⁻¹), apesar de praticamente não haver evidenciado diferença com as águas de CEai 0,5 e 1,5 dS m⁻¹. No entanto, a partir da CEai de 2,5 dS m⁻¹, o número de frutos por planta apresenta declínio de 19%, comparativamente para as plantas submetidas à irrigação com água de 4,5 dS m⁻¹.

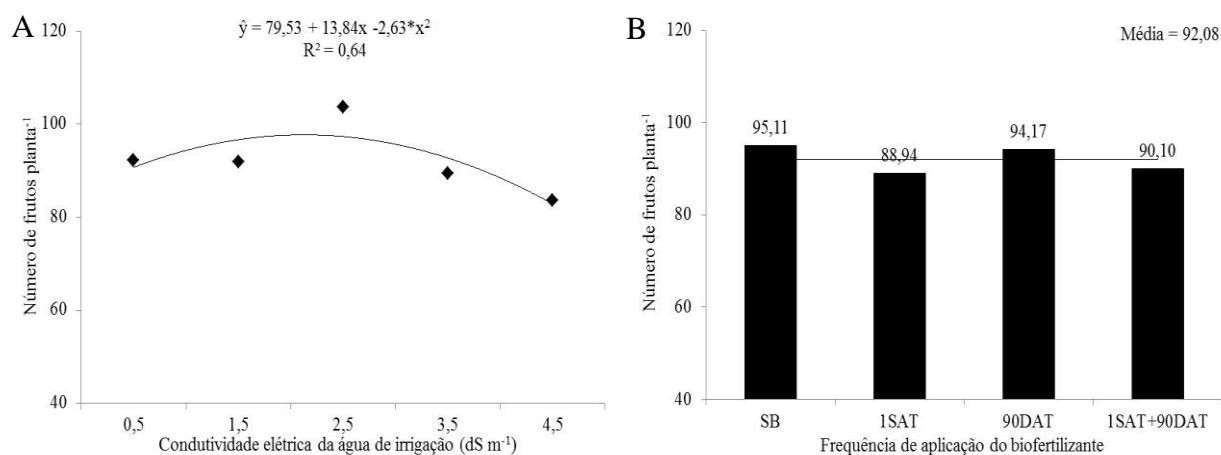


Figura 62. Número de frutos por planta na segunda safra de maracujazeiro amarelo em função da salinidade de água de irrigação (A) e em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante (B). SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

O número de frutos por planta foi afetado pela ação dos biofertilizantes no substrato, obtendo média de 92,08 frutos planta⁻¹, aumentando em 64% comparativamente entre a segunda e a primeira safra (Figura 60), respectivamente. Essa situação está em conformidade com a literatura, em que o número de frutos aumenta e com isso, a produção individual e a produtividade das plantas aumentam da primeira para a segunda safra (Accorsi et al., 1992; Colauto et al., 1986; Manica, 1994; Santos, 2001).

Os resultados da segunda safra superam os apresentados por Damatto Junior et al. (2005), que cultivaram maracujazeiro-amarelo com adubação orgânica e obtiveram 74,17 frutos planta⁻¹. Porém, foram inferiores aos 102,59 frutos planta⁻¹, obtidos por Rodolfo Júnior et al. (2009).

4.5.5 Produção por planta na segunda safra

A produção por planta na segunda safra foi influenciada significativamente pela interação salinidade da água x biofertilizante o bovino (Figura 63).

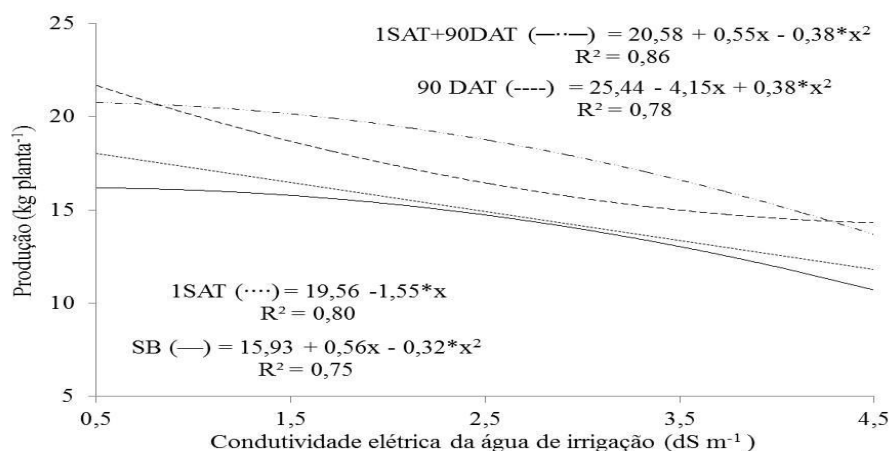


Figura 63. Produção por planta de maracujazeiro amarelo na segunda safra em função da salinidade de água de irrigação em diferentes épocas de aplicação do biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

O aumento da salinidade da água, independentemente da frequência de aplicação do biofertilizante, inibiu em média 8,32% a produção por planta do maracujazeiro amarelo (Figura 63). Os tratamentos irrigados com água salina nas CEai de 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, resultaram nas menores produções por planta obtendo respectivamente 14,19 e

13,01 kg planta⁻¹. As plantas irrigadas com CEa entre 0,5 e 2,5 dS m⁻¹ apresentaram produções semelhantes, obtendo média de 17,67 kg planta⁻¹, porém os maiores valores foram verificados na CEai de 0,5 dS m⁻¹ (19,01 kg planta⁻¹).

Por outro lado, as plantas que foram irrigadas com as águas salinas de maior condutividade, quando associadas às frequências de aplicação com esterco líquido bovino aos 90DAT e 1SAT+90DAT, tiveram a produção elevada em 21%, comparativamente com as que não receberam o insumo (SB) e com aplicação realizada 1SAT (Figura 63). Essa superioridade evidencia a ação mitigadora do insumo orgânico sobre os efeitos negativos dos sais na produção do maracujazeiro amarelo.

A melhoria dos fatores de produção com a aplicação do biofertilizante pode estar associada a um fornecimento equilibrado de macro, micronutrientes e fitohormônios, complementando algum distúrbio provocado pela não absorção do substrato, devido a deficiências promovidas por perdas dos nutrientes, através de lixiviação, volatilização e, também, por precipitação e desequilíbrios de nutrientes no substrato e no ambiente radicular (Collard et al., 2001).

Além dos efeitos promovidos na estruturação física do substrato, o esterco bovino líquido aplicado na superfície do substrato, segundo Cavalcante et al. (2010), forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo, minimizando os efeitos depressivos dos sais no substrato, resultando no ajustamento dos efeitos osmóticos e iônicos, aumentando a expansão, a divisão celular e consequentemente, a produção (Sultana et al., 2002; Munns et al., 2006).

4.5.6 Conclusões

- 1- A salinidade das águas de irrigação resultou em menor massa do fruto, número de frutos e produção por planta, na primeira e segunda safra do maracujazeiro-amarelo;
- 2- O aumento das frequências de aplicação do biofertilizante bovino estimulou a massa média e a produção dos frutos de maracujazeiro amarelo, com superioridade

quando aplicado uma semana antes e a cada 90 dias após o transplântio das mudas (1SAT+90DAT);

- 3- A aplicação do biofertilizante, na segunda produção do maracujazeiro amarelo, atenuou os efeitos da salinidade da água de irrigação, obtendo maior produção por planta nas diferentes CEai em relação ao tratamento sem a aplicação do efluente orgânico;
- 4- As plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água não salina e com aplicação do biofertilizante 1SAT+90DAT, apresentaram produção de 20,86 kg planta⁻¹.

4.6 Análise temporal da umidade do substrato irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante na cultura do maracujazeiro amarelo

A utilização de águas que apresentam restrições à utilização por apresentarem concentrações elevadas de sais em sua composição, quando aplicadas em quantidade e frequência tendem a elevar o teor salino do substrato, e consequentemente alterar o potencial osmótico, resultando em uma menor absorção de água pelas plantas em decorrência da redução do potencial total da água no substrato.

A percentagem de umidade do substrato (% θ), Figura 55, diminuiu em relação aos períodos avaliados, passando em média de 29,97% para 13,28% correspondentes ao momento após aplicação da irrigação (Figura 64A) e 24 horas depois da aplicação da irrigação (Figura 64E). As maiores reduções de umidade foram registradas no período diurno, entre o momento após aplicação da irrigação e às 12 horas subsequentes (Figura 64D), com perdas percentuais de 13,41% contra 3,21% referentes às leituras realizadas entre as 12 e 24 horas após término da irrigação (Figura 64E).

Independente dos períodos avaliados, o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, proporcionou os maiores valores percentual da umidade no substrato (Figura 64). Observa-se que os substrato irrigados com água de CE de 0,5 e 1,5 dS m⁻¹, apresentaram os menores percentuais de umidade média, com 18,35 e 20,56%, respectivamente. Com o incremento salino da água de irrigação, a % θ do substrato elevou entre as águas de 2,5 e 3,5 dS m⁻¹, correspondentes a 21,42 e 21,27%. Os substratos com aplicação de água salina referente a 4,5 dS m⁻¹, apresentou superioridade com 22,97% de umidade, superando em média 4,59% de umidade quando comparadas aos substratos aplicados com água de menor condutividade elétrica, apesar de irrigadas com o mesma lâmina.

As aplicações do biofertilizante comportaram-se de forma semelhante a CE_{ai}, proporcionaram incremento na percentagem de umidade do substrato, sendo mais evidente nos períodos subsequentes a irrigação (Figura 64).

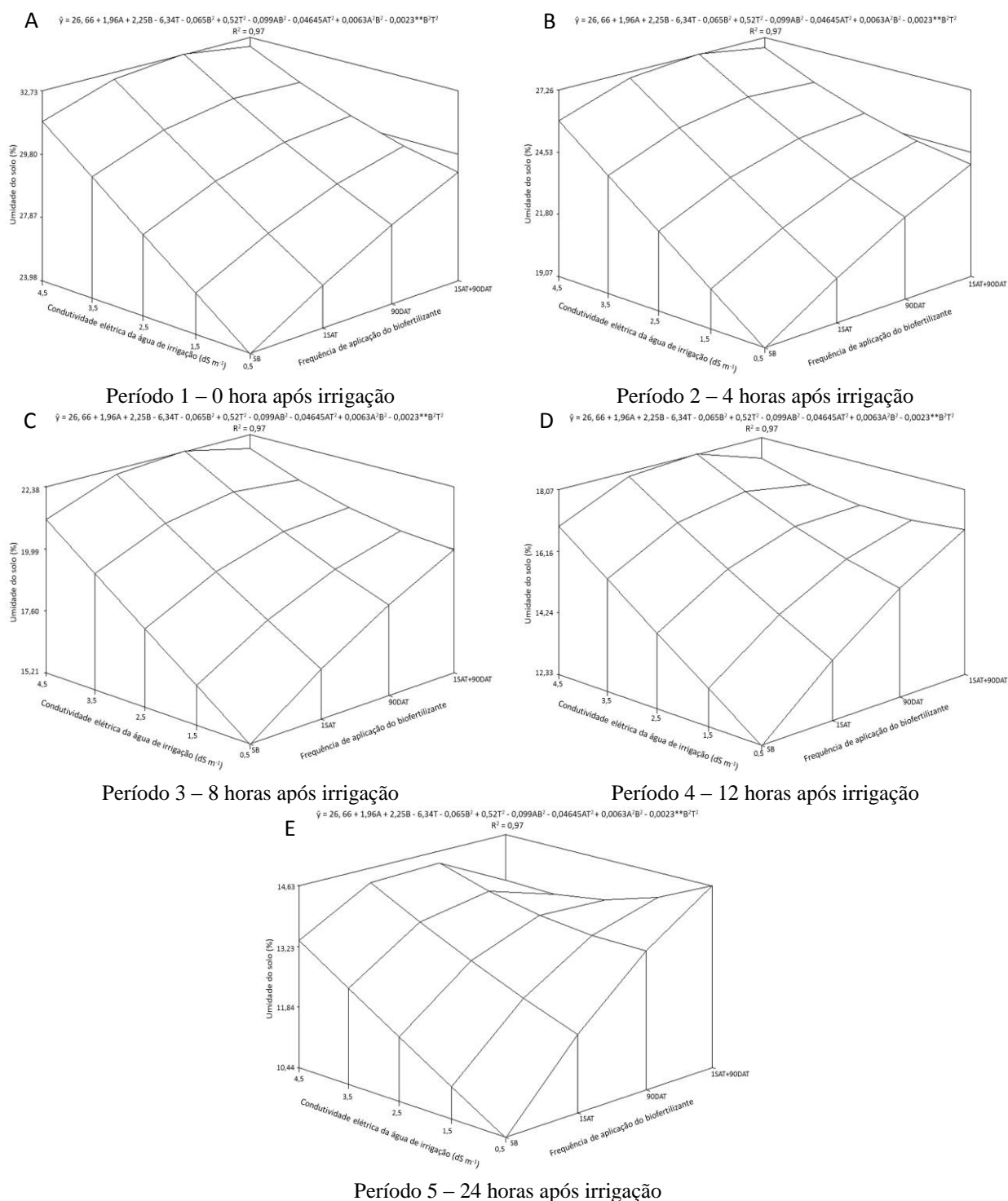


Figura 64. Percentagem de umidade em substrato cultivado com maracujazeiro amarelo as 0, 4, 8, 12 e 24 horas após irrigação com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplante, 90DAT – a cada 90 dias após transplante, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplante.

As maiores frequências de aplicação resultaram nos maiores valores da percentagem de umidade, não verificando diferença entre as aplicações realizadas a cada 90DAT e 1SAT+90DAT. O tratamento sem a aplicação do efluente (SB) foi inferior aos demais, seguido do tratamento com aplicação realizada apenas 1SAT, demonstrando que o biofertilizante, assim como a adubação orgânica, tem a capacidade de aumentar a capacidade de retenção de água no substrato.

As aplicações das águas salinas associadas às aplicações do biofertilizante resultaram no aumento da percentagem de umidade do substrato, nos períodos 1 (Figura 64A), 2 (Figura 64B), 3 (Figura 64C) e 4 (Figura 64D). No entanto, observa-se que na Figura 64E, que o aumento da CE_{ai} na aplicação do biofertilizante 1SAT+90DAT, resultou na redução da % θ , quando comparado com o tratamento 90DAT.

O incremento da salinidade do substrato, resultante das aplicações das águas salinas, possa ter reduzido o potencial osmótico do substrato, resultando em menor absorção de água pelas plantas de maracujazeiro amarelo, e consequentemente maior volume de água no substrato. Além disso, acredita-se que a elevação dos teores de sódio no substrato (Figura 19) e as alterações nas concentrações eletrolíticas da solução do substrato possam ter comprometimento a condutividade hidráulica dos substratos estudados, dificultando a infiltração da água para as camadas subsuperficiais e elevado a umidade nas camadas superficiais. Não obstante, Rhoades & Loveday (1990) afirmam que o incremento da concentração de sais solúveis na zona radicular das plantas reduz consideravelmente o fluxo de água no sentido solo-planta-atmosfera devido ao efeito osmótico.

Segundo Frenkel et al. (1978), o Na pode agir como dispersante e modificador da condutividade hidráulica de solos, sendo mais agravante com a elevação dos valores da RAS e da CE_{es}, que pode provocar alterações estruturais, compactação, teor de água no solo, expansão e contração do solo, concentração eletrolítica de sais solúveis entre outras características do meio, dependendo das características intrínsecas do solo.

Os comportamentos observados na Figura 64 podem ser resultantes ainda, da alteração na porosidade do substrato, no qual adições de sais ao substrato tenham ocorrido dispersão da argila na parte superficial do substrato, seguida de carregamento e acumulação para as camadas mais profundas, provocando o bloqueio parcial do sistema poroso e redução da qualidade física do solo, com a profundidade (Richards, 1954;

Lima, 1997), reduzindo a condutividade hidráulica. Portanto, o aumento da percentagem de umidade do solo não resulta necessariamente, em maior disponibilidade de água as plantas, pelo contrário, pois se acredita que água, passa a ser retida por capilaridade, pois os microporos, comum em ambientes em processos de salinização, que incrementam a capacidade de retenção de água destes solos (Montenegro et al. 2003; Machado et al. 2007).

O período prolongado da aplicação da água salina nos lisímetros que são ambientes com limitações para percolação lateral e vertical da água, foi suficiente para causar modificações nas características físicas do substrato, pela ação de floclantes e desagregantes, alterando as condições de armazenamento e de condutividade elétrica do substrato. Estes resultados são coerentes com o comportamento da resistência mecânica do substrato (Dias et al., 2011), no qual o aumento das adições de sais ao substrato, resultante das águas de irrigação com crescente CE, resultou em maiores valores da resistência a penetração do substrato. Os solos, cuja estrutura foi modificada pela sodicidade e/ou ausência de íons em solução, tendem a armazenar mais água quando expostos aos mesmos níveis de potencial matricial (Russo & Bresler, 1981).

4.6.1 Conclusões

- 1- O incremento da salinidade do substrato, resultante das aplicações das águas salinas, diminuiu o potencial osmótico do substrato e a absorção de água pelas plantas, elevando a percentagem de umidade do substrato;
- 2- As aplicações de biofertilizante bovino nas maiores frequência de aplicação aumentou a percentagem de umidade do substrato;
- 3- As maiores perdas da percentual de umidade do substrato cultivado com maracujazeiro amarelo ocorrem nas 12 horas após término da irrigação.

4.7 Biomassa seca, diâmetro radicular e caulinar do maracujazeiro amarelo ao término do experimento, irrigado com águas salinas e biofertilizado com esterco bovino líquido fermentado

O biofertilizante, composto orgânico que exerce ação similar à aplicação de matéria orgânica, podendo ser considerado, em algumas situações, promotor químico, pois propicia efeitos positivos na melhoria química e física dos solos afetados por sais (Gheyi et al., 1995; Cavalcante et al., 2002a; Silva et al., 2008).

A salinidade da água de irrigação (Figuras 66A) influenciou significativamente a biomassa de raízes das plantas de maracujazeiro amarelo. A irrigação com água de CE de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ resultou no maior crescimento de biomassa seca radicular com $185,42 \text{ g planta}^{-1}$. As plantas irrigadas com água de CE $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram menor massa radicular em relação aos demais, com $54,34 \text{ g planta}^{-1}$, redução de 70,70; 53,96; 46,67 e 36,88%, respectivamente quando comparadas aos tratamentos com CEai de 0,5; 1,5; 2,5 e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$.

A biomassa seca caulinar (Figura 65B) reduziu com o incremento da salinidade da água de irrigação, obtendo comportamento semelhante ao verificado quando a biomassa seca radicular (Figura 65A). As plantas irrigadas com água de CE $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram redução de 43,62% da biomassa caulinar quando comparadas ao tratamento de menor CE. Verificou-se também que as plantas quando irrigadas com CE entre 2,5 e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram redução das perdas, obtendo a menor queda de biomassa caulinas, comparativamente menor que 3,39%.

Para a biomassa dos ramos laterais, verificou semelhança dos resultados entre as plantas irrigadas com água de CE entre 0,5 e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, média de $226,52 \text{ g planta}^{-1}$ sendo que a CEai de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, obteve $155 \text{ g planta}^{-1}$, menor valor de biomassa dos ramos laterais (Figura 65C).

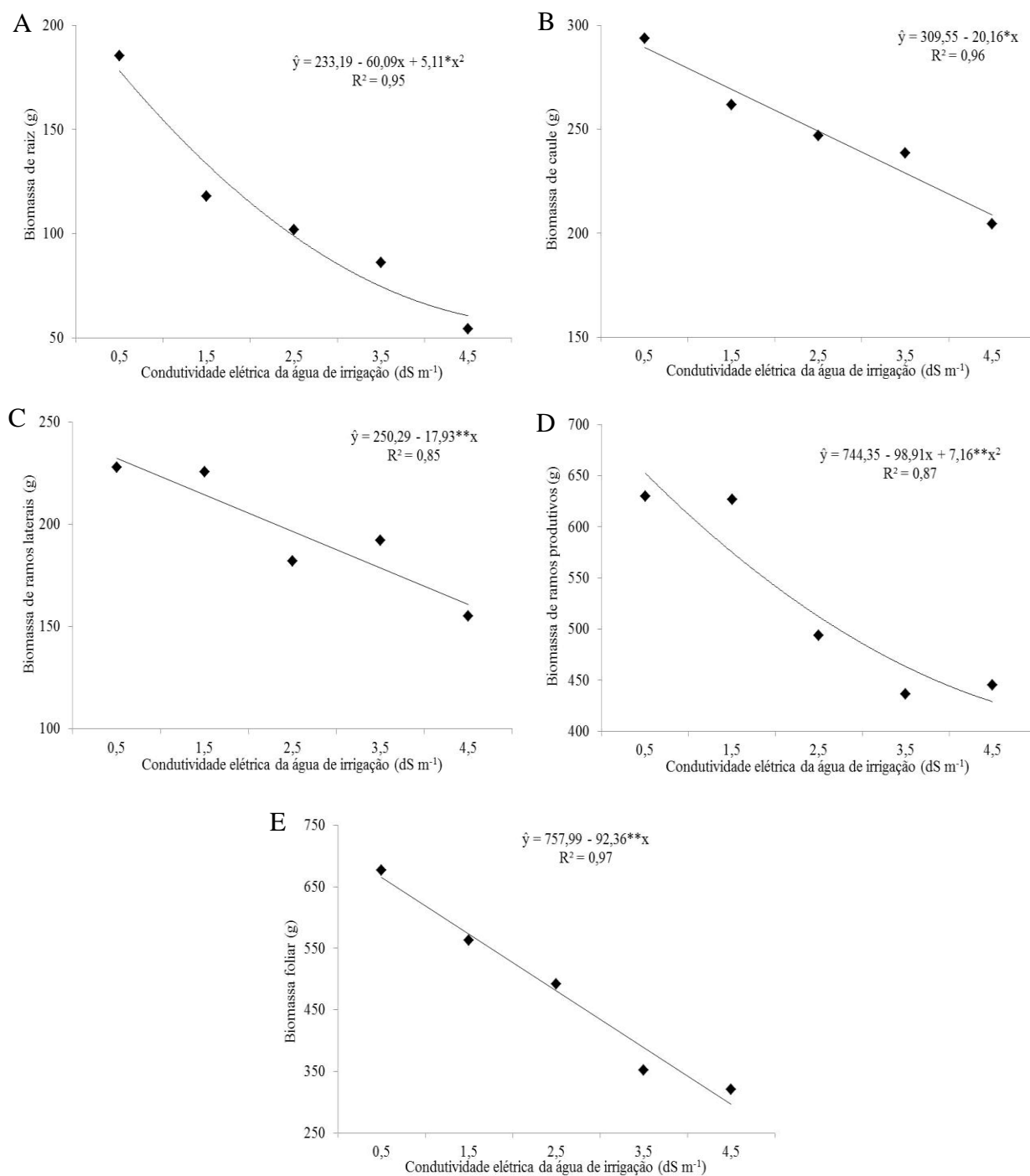


Figura 65. Biomassa seca da raiz (A), do caule (B), dos ramos laterais (C), dos ramos produtivos (C) e foliar (E) do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas

A CE da água de irrigação influenciou ainda a biomassa de ramos produtivos (Figura 65D), sendo que as plantas submetidas à irrigação com água de 0,5 e 1,5 dS m⁻¹, não sofreram ação deletéria obtendo média de 626,25 g planta⁻¹. O aumento da

salinidade da água de irrigação de 2,5 até 4,5 dS m⁻¹, provocou redução média de até 30,71% da biomassa dos ramos produtivos.

A redução da biomassa com o incremento salino da água de irrigação, também foi verificada para a parte foliar do maracujazeiro amarelo (Figura 65E), obtendo-se modelo linear decrescente em função da CE da água de irrigação. Verificou-se redução de 92,36 g planta⁻¹ por valor unitário da CE da água de irrigação, houve redução de 52,66%, comparativamente entre a CE_{ai} de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, obtendo respectivamente, 676,52 e 320,23 g planta de biomassa foliar.

A redução da biomassa foliar, pode representar a inabilidade das plantas de maracujazeiro amarelo para discriminar entre o estresses hídrico e salino (Binzel et al., 1985) ao invés de um mecanismo de adaptação (Greenway & Munns, 1980). As adaptações morfológicas mais comuns nas plantas em condições de estresse hídrico e salino são a redução do tamanho e numero de folhas, e consequentemente de sua biomassa seca foliar, que representam formas de reduzir a perda de água por transpiração (Santos & Carlesso, 1998; Fageria, 1999; Munns & Tester, 2008; Holanda et al., 2010).

A redução da biomassa seca foliar é ainda um indicativo de atuação dos mecanismo de sobrevivência das plantas, pois permite a conservação da espécie, podendo ser reflexo de estresse salino no ambiente radicular, que provoca desequilíbrio fisiológico nas plantas em geral, em consequência do acúmulo de sais nas folhas das plantas (Lauchi & Epstein, 1984; Ayers & Westcot, 1999; Ghoulam et al., 2002). Como na maioria das plantas cultivadas, no maracujazeiro, a queda dos valores da biomassa foliar resulta em baixa eficiência fotossintética, desequilíbrio na absorção e translocação de nutrientes, prejuízos à dinâmica de funcionamento dos estômatos e na síntese de auxinas para o crescimento, manutenção e produção, além do retardamento na emissão dos botões florais (Costa, 2000; Cavalcante & Cavalcante, 2006).

As aplicações de biofertilizante, apesar de haver superioridade numérica para os tratamentos com as maiores frequências de aplicação, 90DAT e 1SAT+90DAT, não houve diferença entre as frequências de aplicação do biofertilizante para a biomassa seca radicular do maracujazeiro amarelo, obtendo média de 109,16 g planta⁻¹ (Figura 66A).

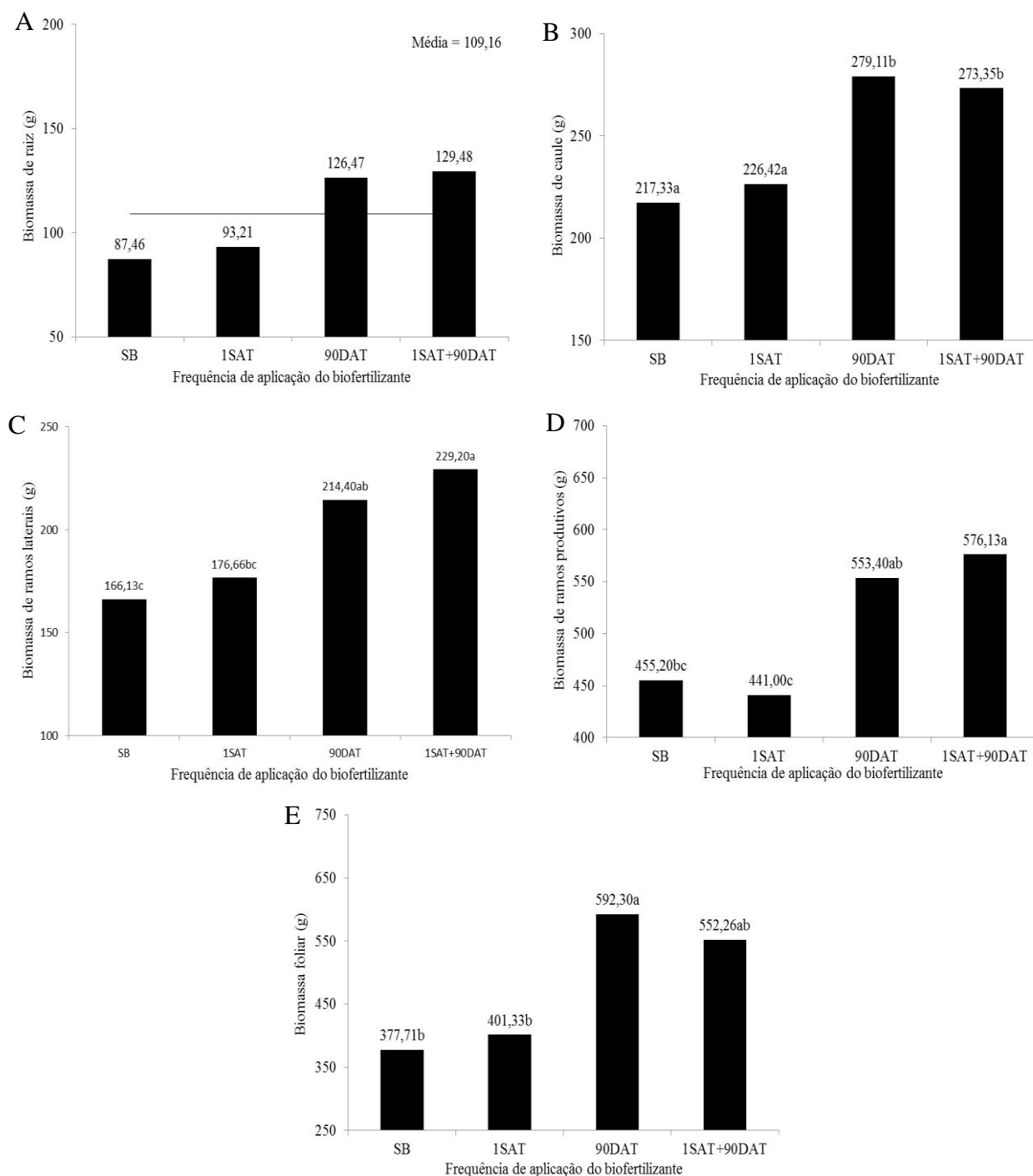


Figura 66. Biomassa seca da raiz (A), do caule (B), dos ramos laterais (C), dos ramos produtivos (C) e foliar (E) do maracujazeiro amarelo em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante

As variáveis biomassa do caule (Figura 66B), dos ramos laterais (Figura 66C), dos ramos produtivos (Figura 66D) e foliar (Figura 66E), apresentaram comportamento semelhante, havendo incremento da biomassa estimulado pelas maiores frequência de

aplicação do biofertilizante, 90DAT e 90DAT+1SAT, que não apresentaram diferença entre seus valores médios.

A promoção da alocação de biomassa provocada pela aplicação do biofertilizante é devido ao superávit metabólico de energia e de sais orgânicos, que estimula a fornecimento de energia para o crescimento foliar, elevando o ganho de carbono e são acumulados no citoplasma de forma a manter o equilíbrio hídrico entre o vacúolo e o citoplasma (Taiz & Zeiger, 2008). Segundo Terry et al. (2002) o biofertilizante apresenta metabólitos (micro e macromoléculas), tais como enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis e outros compostos voláteis, ésteres e ácidos, que podem influenciar a comunidade microbiana do solo.

Verificou-se interação significativa entre as frequências de aplicação do biofertilizante e as águas salinas sobre o diâmetro da raiz principal ao término do experimento (Figura 67). O aumento da CE da água de irrigação de 0,5 para 4,5 dS m⁻¹ em geral, reduziu o diâmetro da raiz principal, passando em média de 35,91 para 24,81 mm.

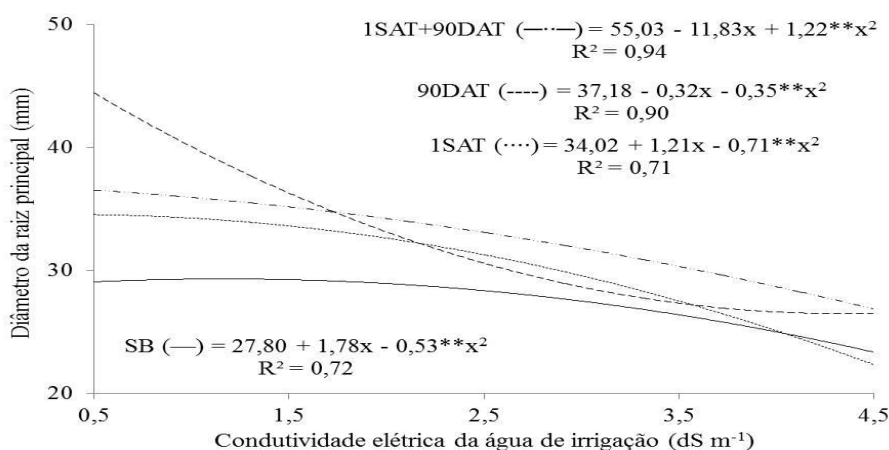


Figura 67. Diâmetro da raiz principal no maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplantio, 90DAT – a cada 90 dias após transplantio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplantio.

A redução do diâmetro da raiz principal em função do aumento da concentração de sais no substrato, foi reportada por Lima et al. (2001) em *Annona squamosa* L, Soares et al. (2002) em maracujazeiro amarelo, Cavalcante et al. (2009b) em goiabeira cv. ‘Paluma’, Moraes et al (2007) em cajueiro anão precoce, Teerarak et al. (2009) em *Allium cepa* L. e Keutgen & Pawelzik (2009) em morangueiro cvs ‘Elsanta’ e ‘Korona’.

Teerarak et al. (2009) observaram que o decréscimo no crescimento radicular foi associado ao efeito inibitório principalmente do cloreto de sódio (NaCl) sobre a divisão celular, caracterizado pela redução do índice de mitose, bem como pelo aumento no número de aberrações nos cromossomos em várias fases da mitose. Segundo Cuartero & Fernández-Muñoz (1999), Esteves & Suzuki (2008) existem várias razões possíveis para a redução do crescimento de raiz sob estresse salino: restrição do crescimento celular devido ao baixo potencial hídrico no meio externo, interferência dos íons salinos com a nutrição da planta ou a toxicidade de íons acumulados levando a morte da célula.

Observa-se que a aplicação do biofertilizante provocou aumento do diâmetro da raiz principal do maracujazeiro, havendo redução das diferenças entre as frequências de aplicação com o aumento do teor salino da água de irrigação, ou seja, o biofertilizante foi mais eficiente no crescimento radicular em condições de baixa salinidade, até $2,5 \text{ dS m}^{-1}$. No entanto, é evidenciado que mesmo em condições de manejo com água salina entre $3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ o biofertilizante quando aplicado em maiores frequência 90DAT e 1SAT+90DAT, estimula o crescimento radicular, porém com menor efeito.

Houve interação significativa entre as frequências de aplicação do biofertilizante e as águas salinas sobre o diâmetro de caule do maracujazeiro amarelo ao termino do experimento (Figura 69).

O aumento da CE da água de irrigação resultou na redução do diâmetro caulinar, passando de $25,10$ para $19,80 \text{ mm}$ da CEai de $0,5$ para $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, nos tratamento sem a aplicação do biofertilizante. Na CEai de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, verifica-se não haver diferença entre as frequências de aplicação do biofertilizante, em relação ao diâmetro de caule, obtendo média de $24,66 \text{ mm}$.

No entanto, as aplicações do biofertilizante provocaram incremento do desenvolvimento caulinar com a elevação da salinidade da água até $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, sendo as maiores frequências de aplicação do biofertilizante, resultaram nos maiores diâmetros caulinares. Com a elevação da CE da água de irrigação para $3,5$ e $4,5$, ocorre efeito contrario, havendo redução do diâmetro caulinar, independente da frequência de aplicação do biofertilizante, no entanto, registra-se superioridade para do diâmetro caulinar nas plantas tratadas com aplicação do biofertilizante a cada 90DAT e 1SAT+90DAT.

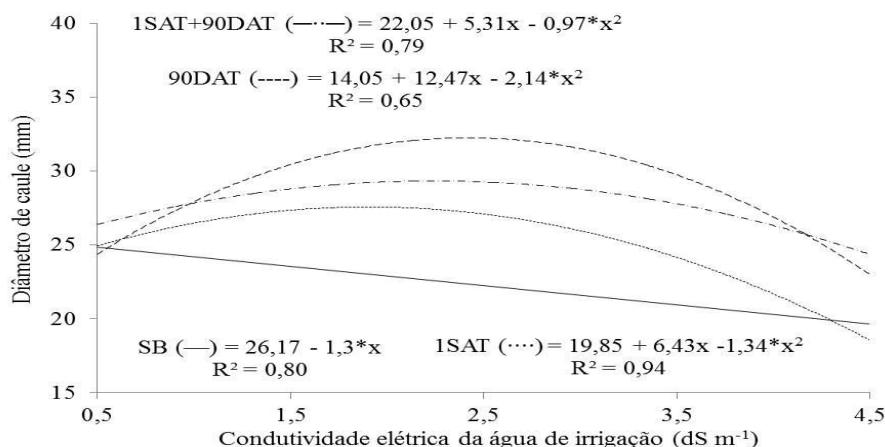


Figura 69. Diâmetro de caule no maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante. SB – sem biofertilizante; 1SAT – aplicação do biofertilizante 1 semana antes do transplântio, 90DAT – a cada 90 dias após transplântio, 1SAT+90DAT – 1 semana antes e a cada 90 dias, após transplântio.

4.7.1 Conclusões

- 1- A produção de biomassa seca da raiz, do caule, dos ramos laterais, dos ramos produtivos e foliar, foi afetada pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação;
- 2- A biomassa radicular e caulinar foram menos tolerantes aos efeitos da irrigação com água de crescente salinidade, pois apresentaram maiores perdas de biomassa;
- 3- A produção de biomassa seca nos distintos órgãos das plantas do maracujazeiro amarelo foi estimulada pela aplicação do biofertilizante bovino a cada 90DAT e 1SAT+90DAT;
- 4- As frequências de aplicação do biofertilizante atenuaram parcialmente os efeitos degenerativos dos sais das águas de irrigação, com reflexos positivos no aumento do diâmetro da raiz principal e do caule do maracujazeiro amarelo ao término do experimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL-SAMAD, H. M.; SHADDAD, M. A. K. Comparative effect of sodium carbonate, sodium sulfate, and sodium chloride on the growth and related metabolic activities of plants. **Journal Plant Nutrition**, v.19, p.717-728, 2000.
- ABREU, C. A.; LOPES, A. S. & SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.
- ACCORSI, M. R.; MANICA, I.; GAMA, F. S. N. Efeito da intensidade de poda sobre a produção de maracujazeiro-amarelo em Eldorado do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.3, p.463-472, 1992.
- AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP, 2009. v.1, p.371-372.
- AHMAD, R. Development of silicon technology for saline agriculture. **Reserch Report**, Pakistan Atomic Energy Commission, Karachi, 1987.
- ALCARDE, J. C. Fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. XII, p.737-768.
- ALENCAR, R. D.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; HOLANDA, J. S. PORTO, V. C. N.; FERREIRA NETO, M. Crescimento de cultivares de melão amarelo irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.7, n.2, p.221-226, 2003.
- ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. New York. John Wiley & Sons, 1990. 339p.
- ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L.. Importância relativa dos íons na salinidade de um cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**. v.25, n.3, p.615-621, 2005.
- ALMEIDA NETO, O. B.; MATOS, A. T.; ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; DUARTE, A. Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de latossolos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, p.1571-1581, 2009.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- ALVES, G. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; SANTOS, D.; ALVES, S. S. V.; SILVA, J. A. Fertilidade do solo cultivado com pimentão sob aplicação de diferentes tipos biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.4, p.33-41, 2009.
- ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: Biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.21, p.16-21, 2001.
- ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolos e adsorção de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p.1003-1011, 2003.
- ANDRADE, M. M. M.; STAMFORD, N. P.; SOUSA, C. A.; SILVEIRA, A. C. G. A.; FREITAS, A. D. S.; SANTOS, C. E. R. S. Fertilização mineral e biofertilizante de rochas com *Bradyrhizobium* e fungos micorrízicos arbusculares em caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.289-292, 2009.

- ANDRADE, R. A. **Resposta do maracujazeiro-amarelo ao manejo e salinidade da água de irrigação em um solo não salino**. Areia: 1998. 60f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- ARAÚJO, C. A. S. **Ação da matéria orgânica e drenagem na produção e características dos frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) num solo afetado por sais**. Areia: 1990. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- ARAÚJO, D. C.; SÁ, J. R.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; BRUNO, G. B.; BRUNO, R. L. A.; QUEIROS, M. S. Efeito do volume de água e da cobertura morta sobre o crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.121-124, 2000.
- ARAÚJO, F. A. R. **Biofertilizante bovino e adubação mineral no mamoeiro e na fertilidade do solo**. Areia: 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- ARAÚJO, F. F.; SANTOS JÚNIOR, J. D. Desenvolvimento e nutrição de milho em solo degradado biofertilizado com fosfato natural, enxofre e *Acidithiobacillus*. **Caatinga**, v.22, n.1, p.98-103, 2009.
- ARAÚJO, L. A.; ALVES, A. S.; ANDRADE, R.; SANTOS, J. G. R.; COSTA, C. L. L. Comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Sims flavicarpa* Deg.) sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n.4, p.98-109, 2008.
- ARENAS, M. T. L.; MEJÍAS, R. J.; TORRES, F. M.; Becker, S. J. Estimation of the evolution in time of the salts of the soil solution by means of suction cups. In: International Symposium On Water Quantity And Quality On Greenhouse Horticulture, Almeria, 1996. **Proceedings...** Almeria: ICIA, ISHS, SECH, 1996.1 CD-ROM.
- ARNON, D. J. Cooper enzymes in isolated chloroplast: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1945.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, n.1, p.3-16, 2004.
- ATAÍDE, E. M. **Indução floral e produtividade do maracujazeiro amarelo em função do uso de reguladores de crescimento vegetal**. Jaboticabal: 2005. 100f. Tese de Doutorado (Fisiologia Vegetal). Universidade Estadual de São Paulo.
- ATAÍDE, E. M.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; RODRIGUES, J. D.; OLIVEIRA, H. J. Efeito do paclobutrazol e de ácido giberélico na indução floral do maracujazeiro-amarelo em condições de entressafra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.160-163, 2006.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. FAO - Estudos Irrigação e Drenagem, 29. 1999, 153p.
- AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: parte II distribuição dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.165-171, 2000.
- BAALOUSHA, M.; HEINO, M.M.; LE COUSTOMER, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. **Colloids and surfaces**. Physicochemical and Engineering Aspects, v.222, n.1-2, p.48-55, 2006.

- BAALLOUSHA, M.; MOTENICA-HEINO, M.; COUSTUMER, P.L. Conformation and size of humic substances: Effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. **Colloids and surfaces A: physicochemical and engineering aspects**, v.272, n.1-2, p.48-55, 2006.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 247 p.
- BAR, Y.; APELBAUN, A.; KAFKAFI, U.; GOREN, R. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. **Journal Plant and Nutrition**, n.20, p.715-731, 1997.
- BARREIRO NETO, M. **Viabilidade do uso de água salina no cultivo de genótipos de abacaxizeiro**. Campina Grande: 2006. 139f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande.
- BARROS, A. D.; SOUSA, A. P.; MEDEIROS, J. F. Comportamento produtivo do meloeiro em relação á salinidade e frequência de irrigação. **Irriga**, v.8, n.1, p.44-50, 2003.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLA, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7-25.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, n.2, p. 566-576, 2008.
- BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. Development of citrus nursery trees grown in pots in response to NPK fertilization. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.733-738, 2000.
- BERNARDO, S., **Manual de Irrigação**. 6 ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 657p.: il.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANE, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed, Viçosa. Ed UFV, 2006. 625p.
- BIGGAR, J.W.; ROLSTON, D.E.; NIELSOEN, D.R. Transport of salts by water. **California Agriculture**, v.38, n.10, p.10-11. 1984.
- BINZEL, M. L.; HASEGAWA, P. M.; HANDA, A. K.; BRESSAN, R. A. Adaptation of tobacco cells to NaCl. **Plant Physiology**, v.79, p.118-125, 1985.
- BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. New York, John Willey & Sons, 1985. 341p.
- BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. A.; Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.301-304, 2006.
- BRADBURY, M.; AHMAD, R. The effect of silicon on the growth of *Prosopis juliflora* in saline soil. **Plant Soil**, v.125, p.71-74, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. 1972. **Levantamento exploratório, reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAIO/SUDENE, 670 p. (Boletim técnico, 15).

- BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 286p.
- BUCHER, C. A.; REIS, V. M. **Biofertilizantes contendo bactérias diazotróficas**. EMBRAPA Agrobiologia, Seropédica, 17 p, 2008
- CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.6, p.837-843, 1990.
- CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; FREITA, E. V. S. Alterações nos atributos físicos e químicos de dois solos submetidos à irrigação com água salina. **Caatinga**, v.22, n.2, p.61-67, 2009a.
- CAMPOS, V. B. **Comportamento do maracujazeiro amarelo em solo com potássio, biofertilizante e cobertura morta**. Areia: 2006. 70f. Trabalho de Graduação do Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SOUSA, G. G.; MOTA, J. K. M. Crescimento inicial da mamoneira em resposta à salinidade e biofertilizante bovino. **Magistra**, v.21, n.1, p.041-047, 2009b.
- CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H.; MARTINS, D. P.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.23, n.2, p.403-408, 2001.
- CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.264-271, 2004.
- CARVALHO, G. J. CARVALHO, M. P.; FREDDI, O. S.; MARTINS, M. V. Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 03, p. 765-771, 2006.
- CARVALHO, J. A.; KOETZ, M.; SOUSA, A M. G.; SOUZA, K. J. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo irrigado sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido e natural. **Engenharia Agrícola**. v.30, n.5, p. 862-874, 2010.
- CARVALHO, S. S. de. **Obtenção de mudas de graviola Morada submetidas a fontes e níveis de salinidade da água**. Areia: 1999. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- CASTRO, C. M.; SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. Comprovação *in vitro* da ação inibidora do biofertilizante "Vairo" produzido a partir da fermentação anaeróbica do esterco bovino, sobre germinação de conídios de diversos gêneros de fungos fitopatogênicos. In: Reunião Brasileira Sobre Controle Biológico de Doenças em Plantas, 4., 1991, Campinas. **Anais...** Jaguariúma: EMBRAPACNPDA, 1991. p.18.
- CAVALCANTE, I. H. L.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; BECKMANN, M. Z.; CAMPOS, M. C. C.; GONDIN, S. C. Crescimento e produção de duas cultivares de algodão irrigadas com águas salinizadas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola**. v.9, (Suplemento), p.108-111, 2005a.
- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 2000. 72p.

- CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) ao manejo e salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, v.23, n.1/2, p.27-33, 2002a.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. . Uso de água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Eds.). **Algumas Frutíferas Tropicais e a Salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, Cap.1, p.1-17.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K. S. N.; OLIVEIRA, F. A. de; GONDIM, S. C.; ARAÚJO, F. A. R. de. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.515-519, 2005d.
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers, **Fruits**, v.63, n.1, p.1-8, 2008.
- CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D. de; CAVALCANTE, Í. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. de. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas lateralmente contra perdas hídricas. **Irriga**. v.10, n.3, p.229-240, 2005b.
- CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; ANDRADE, R.; SÁ, J. R.; MACEDO, J. P. da S.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.314-317, 2005c.
- CAVALCANTE, L. F.; LUCENA, E. R. Fosfogesso e biofertilizante bovino num solo salino sódico sobre germinação, crescimento e produção de matéria seca de vigna (*Vigna unguiculata* L. WALP). **Revista Tecnologia e Ciência**. v.1. n.2-3, p.16-20. 1987.
- CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SANTOS, G. P.; DANTAS, T. A. G.; BURITI, E. S.; MESQUITA, F. O. Caracterização da polpa de maracujazeiro-amarelo em solo cultivado com biofertilizante, adubação mineral e calagem. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Resumos e Palestras...** Cabo Frio: SBF/UENFUFRRJ, 2006. p.468.
- CAVALCANTE, L. F.; RODOLFO JÚNIOR, F.; SÁ, J. R.; CURVELO, C. R. S.; MESQUITA, E. F. Influência da água salina e matéria orgânica no desempenho do maracujazeiro amarelo e na salinidade do substrato. **Irriga**, v.12, n.4, p.505-518, 2007a.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Agrária**, v.2, p.15-19, 2007b.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p. 748-751, 2002b.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.414-420, 2009a.

- CAVALCANTE, L. F.; SOUSA, G. G.; GONDIM, S. C.; FIGUEIREDO, F. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v.14, n.4, p.504-517, 2009b.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.251-261, 2010.
- CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C.; COSTA, C. M. C.; SANTOS, V. F. Mycorrhizal dependency of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Fruit** **56**: p.317-324. 2001.
- CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, L. S.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.567-574, 2011.
- CERVI, A. C. Espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras. **Estudos de Biologia**, v.27, p.19-24, 2005.
- CHAGAS, I. M.; TAVARES, J. C.; FREITAS, R. S.; RODRIGUES, G. S. O. Formação de mudas de maracujá amarelo em quatro tamanhos de recipiente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.1, n.2, p.122-133, 2006.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.33, p.1161-1164, 2003.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Moderna. 1982. 368p.
- COLAUTO, N. M.; MANICA, I.; RIBOLDI, J.; IELNICZUK, J. Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção, qualidade e estado nutricional do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.7, p.691-695, 1986.
- COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A.; COSTA, M. C. R.; ROCHA, M. C. Efeito do uso do biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). **Revista Biociência**, v.7, n.7, 2001.
- CORDEIRO, G. G.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, J. R.; COSTA, N. D. Utilização de água salina e condicionador de solo na produção de beterraba no semiárido brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.1, p.39-41, 1999.
- CORDEIRO, G. **Salinidade em áreas irrigadas**. Petrolina, PE. Embrapa Semi-Árido, 2001. Acessado em Maio de 2003. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/artigos/salinidade.html>. 18 Mai. 2003
- CORDEIRO, J. C. **Salinidade da água: efeito de fontes sobre a germinação de mudas de mamoeiro** (*Carica papaya* L.). Areia: 1997, 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Composição química da solução de solo após cultivo sob estresse salino e cobertura morta. **Holos**, v.1, n.4, p.4-14. 2008b.
- COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R.; DANTAS, J. A. Conteúdo de N, P, K, Ca^{2+} e Mg^{2+} no amaranto (*Amaranthus* spp) sob estresse salino e cobertura morta. **Revista Ciência Agrônoma**, v.39, n.2, p.209-216, 2008a.

- COSTA, E. G.; CARNEIRO, P. T.; SOARES, F. A. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo sob diferentes tipos de níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, suplemento, p. 242-247, 2005.
- COSTA, J. R. M. **Efeito do revestimento lateral das covas e volumes de água salina sobre a produção e qualidade de frutos do maracujazeiro- amarelo**. Areia: 2000. 72f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- CRAMER, G. R.; ALBERICO, G. J.; SCHMIDT, C. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, p.675-692, 1994.
- CRUZ, J. L. C.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, v.65, n.2, p.275-284, 2006.
- CUARTERO, J.; FERNANDEZ-MUNÓZ, R. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, p.83-125, 1999.
- CUNHA, J. P. A. R.; VIEIRA, L. B.; MAGALHÃES, A. C. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água. **Engenharia na Agricultura**, v. 10, n. 01-04, p. 1-7, 2002.
- D'ALMEIDA, D.M.B.A.; ANDRADE, E.M.; MEIRELES, A.C.M. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.615-21, 2005.
- DAMATTO JÚNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.188-190, 2005.
- DANTAS, J. A. **Avaliação e seleção de clones de *Pennisetum* sob estresse salino**. Recife: 2004. 156f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- DANTAS, T. A. G. **Biofertilizante e potássio: efeitos no maracujazeiro-amarelo e no solo**. Areia: 2007. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. P.; NASCIMENTO, J. A. M.; RODOLFO JÚNIOR, F.; MACEDO, J. P. S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo tratado com biofertilizantes, NPK e calcário. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRRJ, 2006. p.547.
- DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002,250p.
- DAROLT, M. R. **Biofertilizantes: Caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface**. Curitiba: UFPR, 2006. 56p. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-374.

- DELGADO, A.; MADRID, A.; KASSEM, S.; ANDREU, L.; CAMPILLO, M. C. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and Soil**, v.245, p.277-286, 2002.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.129-142.
- DIAS, N. S.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; SILVA, F. V.; BARROS, A. D. Evolução da salinidade em um Argissolo sob cultivo de melão irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2-3, p.240-246, 2004.
- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; FREIRE, J. L. O.; MESQUITA, F. O.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p. 644-651, 2011.
- DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionadores orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia:2009. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NINES, J. C.; BREHM, M. A. S. Esterco líquido bovino e uréia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**. v.42, n.3, p.597-604. 2011.
- DUENHAS, L. H. **Cultivo orgânico de melão: aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias via fertirrigação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 73f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Agrícola Luiz de Queiroz.
- EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C. A.; PEREZ, D. V.; PEREIRA, M. G. GOMES, F. W. F. Atributos químicos, carbono orgânico e substâncias húmicas em Organossolos háplicos de várias regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.35, n.2, p.325-336, 2011.
- ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertigação em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.5, p.471-476, 2011.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306p.
- ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília, Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294p.
- FERNANDES, M. C. A.; LEAL, M. A. A.; RIBEIRO, R. L. D.; ARAÚJO, M. L.; ALMEIDA, D. L. Cultivo protegido do tomateiro sob manejo orgânico. **A Lavoura**. v.3, n.634, p.44-45, 2000.
- FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Manejo ecológico de fitoparasitas. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Eds).

- Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**
Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p 272-322.
- FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. Biossalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal., p.181-204, 2010.
- FERNANDEZ, J. R. C. **Efeito de substratos, recipientes e adubação na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Cuiabá: 2002. 65f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Mato Grosso.
- FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S.; BLANCO, F. F.; Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1675-1681, 2007.
- FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, J. S.; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F. Qualidade de fruto de coqueiro-anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.453-458, 2007.
- FERREIRA, P. A. **Qualidade de água e manejo água-plantas em solo salinos**. Brasília, DF: ABEAS, Viçosa, MG, UFV. Departamento de Engenharia Agrícola, 2001. 11p. ABEAS: Curso de engenharia e manejo de irrigação. (Módulo 10).
- FERREIRA, P. A.; MOURA, R. F.; SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.570-578, 2006.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Revisada e Ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES. 2000. 437p.
- FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; VOIGT, E. L.; SOARES, L. S. P.; VIÉGAS, R.A. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.20, p.51-59, 2008.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; MORAIS, L. F. S.; PAULINO, W. D.; GOMES, R. B.; Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.11, n.3, p.231-240, 2006.
- FIREMAN, M.; WADLEIGH, C. H. A statistical study of the relation between pH and the exchangeable-sodium-percentage of western soils. **Soil Science**, v.71, p.273-285, 1951.
- FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C. de; ALMEIDA, A. M. de; GARCIA, M. J. de M.; JERONIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. de A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.2, p.254-259. 2007.
- FISCHER, R.; WILLIAM, U. R. Y.; PATTON, B. **Como chegar ao sim: negociação de acordos sem concessões**. Tradução Vera Ribeiro e Ana Luiza Borges. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Imago, 2005.
- FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST,

- P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFRED, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT, S.; TILMAN, D.; ZAKS, DAVID P. M. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, n. 478, p. 337-342. 2011.
- FONSECA, A. D. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. Piracicaba: 2001. 126f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de São Paulo.
- FONSECA, E. B. A.; CARVALHO, J. G.; CORRÊA, J. B. D.; PASQUAL, M. Crescimento do maracujazeiro-doce em função da calagem. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2002, Belém. **Resumos...** Belém: SBF, EMBRAPA Oriental. 2002. (CD-Rom).
- FOX, T. R.; COMERFORD, N. B. Low molecular weight organic acids in selected forest soil of the southwestern USA. **Soil Science Society of America Journal**. v.54, p.1139-1144, 1990.
- FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.92, n.1, p.18-29, 2007.
- FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.102-110, 2010.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. L. necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v.24, n.1, p.82-91, 2011
- FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. cap.16, p.929-954.
- FREIRE, M. B. G.; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ, V. H. V.; FREIRE, F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.7, n.2, p.227-232, 2003.
- FREITAS, B. M. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. Cardiff: 1995. 197f. Tese (Doutorado em Apicultura). University of Wales.
- FREITAS, B. M. O uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce**, v.46, p.16- 20, 1998.
- FREITAS, B. M.; OLIVEIRA FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**. v.33, n.6, p.1135-1139, 2003.
- FREITAS, E. V. S.; FERNANDES, J. G.; CAMPOS, M. C. C.; FREIRE, M. B. G. S. Alterações nos atributos físicos e químicos de dois solos submetidos à irrigação com água salina. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.21-28, 2007.
- FRENKEL, H., HADAS, A., JURY, W.A. The effect of salt precipitation and high concentrations on soil hydraulic conductivity and water retention. **Water Resources Research**, v.14, n.2, p.217-22, 1978.

- FRIES, M. R.; AITA, C. Aplicação de esterco de bovino e efluente de biodigestor em um solo podzólico vermelho-amarelo: efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.20, n.1-2, p.137-145, 1990.
- GADELHA, R. S. de S.; CELETINO, R. C. A. **Controle da fusariose do abacaxi através da utilização de produtos orgânicos**. Macaé: PESAGRO-RIO. 1992. 3p. (Comunicado Técnico).
- GALBIATTI, J. A.; GARCIA, A.; SILVA, M. L.; MASTROCOLA, M. A.; CALDEIRA, D. S. A. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, v.24, n.1, p.63-74, 1996.
- GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.167-177, 2011.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia**, v.25, n.3, p. 93-106, 2007.
- GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, p.7-18, 2008.
- GARCIA, G.O; **Alterações químicas do solo, aspectos nutricionais, fisiológicos e de produção da cultura do milho irrigado com água salina**. Viçosa: 2006. 88f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa.
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.125-128, 2000.
- GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C.; BATISTA, M. A. F.; SANTOS, J. G. R. Comparação de métodos na recuperação de solo salino-sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.173-178, 1995.
- GHOULAM, C.; FOURSRY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. **Environmental and Experimental Botany**, v.47, n.1, p.39-50, 2002.
- GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, Ê. F. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.355-361, 2000.
- GOMES, E. W. F.; WILLADINO, L.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, S. O.; CAMARA, T. R. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.31-36, 2005.
- GONÇALVES, I. V. C. **Atributos químicos de Neossolo Flúvico do semiárido de Pernambuco cultivado com tomateiro irrigado com águas salinas**. Recife: 2010. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M. Fruta da paixão: panorama econômico do maracujá no Brasil. **Informações Econômicas**, v.36, n.12, dez. 2006.

- GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V. B.; MESQUITA, E. F.; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.100-107, 2009.
- GONDIM, S. C.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, L. F.; ARAUJO, K. D.; RODRIGUES, M. Q. Biofertilizante bovino e salinidade da água na macrofauna do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.2, p.35-45, 2010.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: PESSARAKLI, P. (ed.) **Handbook of Plant and Crop Stress**, 2. Ed.1999a. 203-229p.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v.78, n.1, p.127-157, 1999b.
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Plant Physiology**, v.31, p.149-190, 1980.
- GRUMET, R.; HANSON, A. D. Genetic evidence for osmose regulator function of geyenete-taine accumulation in barley. **Australian Journal of Plant Phisiology**, Sidney, v.13, p.353-364. 1986.
- GUPTA, U.C Factors affecting boron uptake by plants. Boron and its role. In: GUPTA, U.C. (Ed.). **Boron and its role in crop production**. Boca Raton: CRP Press, 1993a. p.87-123.
- GURGEL, M. T.; MEDEIROS, J. F.; NOBRE, R. G.; NETO, F. C.; SILVA, F. V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.3, n. 2, p. 2003.
- GURGEL, R. L. S.; SOUZA, H. A.; TEIXEIRA, G.A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, E. A. Adubação fosfatada e composto orgânico na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.262-267, 2007.
- HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; FERREIRA, E. A.; MELO, P. C. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.763-770, 2009.
- HAMDY, H. S. Purification and characterization of the pectin lyase produced by *Rhizopus oryzae* grown on orange peels. **Annals of Microbiology**, v. 55, n. 3, p. 205-211, 2005.
- HANDA. A. K.; BRESSAN; R. A.; HANDA, S; HASEGAWA, P. M. Clonal variation for tolerance to polyethylene glycol - induced water stress in cultured tomato cells. **Plant Physiology**, v.72, p.645-53. 1983.
- HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Molecular Biology**, v.51, p.463-499, 2000.
- HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. D.; HANDA, A. K. Cellular mechanism of salinity tolerance. **HortScience**, v.21, p.1317-1324, 1986.
- HAYNE, C. R. Pulsed high frequency energy its place in physiotherapy. **Physiotherapy**, v.70, n.12, p.459-466, 1984.
- HEUER, B. Influence of exogenous application of proline and glycinebetaine on growth of salt-stressed tomato plants. **Plant Science**. v.165, p.693-699, 2003.
- HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. L. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado

- nutricional da mandioqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.1, p.60–66, 2011.
- HOLANDA, J. S. **Manejo e utilização de áreas salinizadas do vale do Açu**. Banco do Nordeste. Fortaleza, 2000. 95p.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. cap. 5, p.137-69.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 43-61.
- HOLANDA, J. S.; VITTI, G. C.; SALVIANO, A. A. C.; MEDEIROS, J. D. F.; AMORIM, J. R. A. Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico decorrentes da subsolagem e do uso de condicionadores. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.22, p.387-394, 1998.
- HORNEY, R. D.; TAYLOR, B.; MUNK, D. S.; ROBERTS, B. A.; LESCH, S. M.; PLANT, R. E. Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.46, p.379-397, 2005.
- HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat - Part II: Composition. **Journal Plant Nutrition.**, v.20, p.1169-1182, 1997.
- HUE, N. V. Sewage sludge. In: RECHCIGL, J. E. (ed.). **Soil amendments and environmental quality**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p.199-168.
- IBGE. Anuario Estatístico do Brasil. **Sistema IBGE de recuperação automática**. Rio de Janeiro: IBGE/ SIDRA. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 jan. 2010.
- IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS [Online]. **Estatísticas: frutas frescas**. Produção brasileira de Frutas 2007. Homepage: http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp Acesso em: 20/11/2009.
- ICUMA, I. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. E. Efeito do uso de biofertilizante supermagro-agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 16, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. CD-Rom.
- INOCÊNCIO, M. F.; LACERDA, J. J. J.; RANGEL, W. M.; GUIMARÃES, A. A.; CARVALHO, J. G. Potássio e sódio em duas espécies florestais sob substituição de potássio por sódio em solução nutritiva. **Anais... XXIX** In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acessado em: 27 de jul. 2010.
- INTERPA. Instituto de Terras e Planejamento Agrícola do Estado da Paraíba – **Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08**. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, Diário Oficial, Cabedelo, 2008.

- JAMIL, M.; REHMAN, S.; LEE, K. J.; KIM, J. M.; KIM, H. S.; RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, v.64, n.2, p.111-118, 2007.
- JENSEN, M. E., RANGELEY, W. R., DIELEMAN, P. J. Irrigation trends in world agriculture. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison, American Society of Agronomy, p.31-67, 1990
- JONES, D. L. Organic acids in the rhizosphere- a critical review. **Plant and Soil**, v.205, p.25-44, 1998.
- KELLEY, W. P. Use of saline irrigation water. **Soil Science**, v.95, p.385-391, 1963.
- KERBAUY, G.B. 2004. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 452pp.
- KEUTGEN, A. J.; PAWELZIK, E. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. **Environmental & Experimental Botany**, v.65, p.170-176, 2009.
- KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1985. 492p.
- KUCEY, R. M. N.; JANZEN, H. H.; LEGGET, M. E. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. **Advances in Agronomy**, v.42, p.199-228, 1989.
- LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. . C., ARAÚJO, E. L., WILLADINO, L. G., CAVALCANTE, U. (ed.) **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. p.127-137.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.49, p.107-120, 2003.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.28, n.2, p.289-295, 2004.
- LACERDA, C. F.; COSTA, R. N.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010, p.303-318.
- LACERDA, C. F.; MORAIS, M. M. M.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.258-263, 2006.
- LACERDA, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; FEITOSA FILHO, J. C.; VIEIRA, J. E.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, C. J. O. Dispersão de argila e acúmulo de sais em dois solos não salinos irrigados com água salgada. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água**, v.20, p.11-22, 1998.
- LAGREID, M.; BOCKMAN, O. C.; KAARSTAD, O. **Agriculture, fertilizers and the environment**. Cambridge: CABI. 1999, 294p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal: as influências do ambiente sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento**. Tradução Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. p. 296.
- LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanism of salt tolerance for plants. **California Agriculture**, v.38, n.10, p.12-20. 1984.

- LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Plant response to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. (ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. Cap. 6, p. 113-137.
- LEA, P. J.; MOROT-GAUDRY, J. F. **Plant nitrogen**. (ed.). Berlin: Sprinder Verlag, 2001.
- LEA, P. J.; IRELAND, R. J. Nitrogen metabolism in higher plants. In: SINGH B. K. (ed.), **Plant Amino Acids. Biochemistry and biotechnology**, MARCEL DEKKER, New York: United States, 1999, p. 1-47.
- LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, v.12, n.2, p.168-176, 2007.
- LEITE, E. M.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; CAMPOS, V. B. Redução da sodicidade em um solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 110-116, 2010.
- LIANG, Y.; SHEN, Q.; SHEN, Z.; MA, T. Effects of silicon on salinity tolerance of two barley cultivars. **Journal of Plant Nutrution**, v.19, p.173-183, 1996.
- LIANG, Y.; SIB, J.; NIKOLICD, M.; PENG, Y.; CHEN, W.; JIANG, Y. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37, n.6, p.1185-1195, 2005.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v.148, p. 362-385, 1987.
- LIMA, K. L.; CAVALCANTE, L. F.; FEITOSA FILHO, J. C. Efeito de fontes e níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação e o crescimento da pinheira. **Engenharia Agrícola**, v.21, n.2, p.135-144, 2001.
- LIMA, A. A.; BORGES, A. L. Exigências edafoclimáticas. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. (ed.) **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas, Embrapa, 2004. p.37-44.
- LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 396p.
- LIMA, C. B.; SANTOS FILHO, S. V.; SANTOS, M. A.; OLIVEIRA, M. Influência da água salina nas características físico químicas do solo e no desenvolvimento da mamoneira cultivada em vasos. **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.132-136, 2007.
- LIMA, K. L. de; CAVALCANTE, L.F; FEITOSA FILHO, J.C. Efeito de fontes e níveis de salinidade da água de irrigação sobre a germinação das sementes e o crescimento da pinheira (*Annona squamosa* L.). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola 29, 2000, Fortaleza, **Anais....** Fortaleza: SBEA, 2000. CD Rom.
- LIMA, L. A. **Efeitos de sais no solo e na planta**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26., 1997, Campina Grande. UFPB/SBEA, 1997. Cap.4, p.112-136.
- LIMA, V. L. A. **Efeitos da qualidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em condições de lisímetro de drenagem**. Viçosa: UFV, 1998. 87p. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola.
- MAAS, E. V. **Salt tolerance of crops**. Applied Agricultural Research, New York, v.1, n.1, p.12-26, 1986.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v.103, n. 2, p. 115-134, 1977.

- MACÊDO, J. P. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, G. B.; DANTAS, T. A. G.; MESQUITA, F. O. Produção de maracujazeiro amarelo em função de biofertilizantes líquidos aplicados ao solo. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRRJ, 2006. p.533.
- MACHADO, L.O.; LANA, Â. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p.591-599, 2007.
- MAHMOUD, A. A.; MOHAMED, H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 4, n.5, p.520-528, 2008.
- MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; OLIVEIRA, M. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.5, n.1, p.71-75, 2001.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres. 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MANICA, I. Maracujá: pesquisa extensão no Rio Grande do Sul. In: SÃO JOSÉ, A. R. (ed.). **Maracujá, produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. 255p.
- MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A.; AL-MUTANA, M. M. Transport protein and salt tolerance in plants. **Plant Science**, v.146, n.6, p.891-900, 2003.
- MAPA, 2010. Ministério da agricultura e pecuária e abastecimento. **Agrofit**. (<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofitcons/principalagrofitcons>), acesso: 26/07/2011.
- MARAGNO, E. S.; TROMBIN, D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.12, n.4, p.355-360, 2007.
- MARINHO, F. J. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; NETO, M. F. Alterações fisiológicas em coqueiro irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.370-374, 2005.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MASSOUD, F. I. **A note on the need for accented definitions and method of characterization of salts affected soils**. In: Reunion da la Subcomicion de Suelos Salinos. Sevilla: Iryda, 1971.
- MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. C. L.; COELHO, M. S.; MATEUS, F. CARDOSO, I. M. Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.32, n.5, p.2027-2035, 2008.
- MEDEIROS, F.A.S.B.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; ALVES, L. P.; SOUZA, T. H.; LEVIEN, S. L. A. Necessidade hídrica do meloeiro irrigado com água de diferentes salinidades e cultivado com ou sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.234-238, 2005.

- MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE ; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.469-472, 2003a.
- MEDEIROS, J. F. **Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão**. Piracicaba: 1998. 152f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior Agrícola Luiz de Queiroz.
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-plantas em solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, SBEA, 1997. Cap. 8, p.239-284.
- MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a bioecologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis***. Piracicaba: UNESP, 2002. 110p. Tese de Doutorado.
- MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F. S.; ALVES, G. R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R. P.; XAVIER, W. M. R.; LEAL NETO, J. DE S. Uso de Biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: II Encontro de Meio Ambiente, 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2003b.
- MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; LARA, J. C. C.; TOCCHINI, R. P.; HASHIZUMI, T.; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L. **Maracujá**: da cultura ao processamento e comercialização. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. cap.3. (Série Frutas Tropicais, 9).
- MEIRELLES, L.; BRACAGIOLI NETO, A.; MEIRELLES, A. L. **Biofertilizantes enriquecidos**: Caminho sadio da nutrição e proteção das plantas. Ipê: CAE, 1997. 24p.
- MELETTI, L. M. M.; SOARES SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO, F.J.A. Desempenho das cultivares IAC-273 e IAC-277 de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) em pomares comerciais. In: Reunião Técnica de Pesquisa em Maracujazeiro, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFLA, 2002. p. 196-197
- MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v 110, p. 69-76, 2010.
- MELO, T. K.; MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PEREIRA, V. C.; CAMPOS, M. S. Evapotranspiração e produção do melão Gália irrigado com água de diferentes salinidades e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.12, p.1235-1242, 2011.
- MENDES, J. S. **Caracterização de águas e de solos do município de Congo-PB, microrregião do Cariri Ocidental**. Campina Grande: UFCG, 2007. 120p. Dissertação de Mestrado.
- MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**. v.3, n.1, p.13-19, 2008.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, v.20, n.2, p.255-267, 2010.

- MENESES, E. F. **Estado nutricional e pós-colheita do maracujazeiro amarelo em resposta ao biofertilizante e potássio no solo**. Areia: 2007. 744f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- MENEZES JÚNIOR, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, E. F. ; CAMPOS, V. B.; OLIVEIRA, A. P. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.3, n.2, p.56-63, 2008.
- MENGEL, H.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 2 ed. Bern: International Potash Institute, 1983. 593p.
- MESQUITA, E. F. **Biofertilizantes na produção de mamão - qualidade de frutos, composição mineral e fertilidade do solo**. Areia: 2005. 94f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 2 ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. 245p.
- MIGUEL, A.; SANTOS, J. B.; ALVES, G. S.; SÁ, J. R.; SANTOS, C. J. O.; QUEIRÓS, M. S.; CAVALCANTE, L. F. Influência da salinidade da água de irrigação e do substrato sobre a germinação de sementes e crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo. **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água**, v.20, p.32-39, 1998.
- MIRANDA, F. P.; BEISL, C. H.; CAMARGO, E. C. G. Textural classification of R99SAR data as an aid to flood mapping in Coari City, Western Amazon Region, Brazil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p.4935-4942. CD-ROM;
- MIRANDA, J. R. P. **Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L) e de moringa (*Moringa oleifera* Lam.)**. Labras: 2000. 186f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras.
- MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. R. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.5, p.484-490, 2011.
- MIRISOLA FILHO, L. A. **Tolerância de sete cultivares de mangueira ao estresse salino**. Viçosa: 2003. 129f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa.
- MONTENEGRO, S. M. C. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; MACKAY, R.; OLIVEIRA, A. S. C. Dinâmica hidro-salina em aquífero aluvial utilizado para agricultura irrigada familiar em região semiárida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.8, n.2, p.85-92, 2003.
- MORAIS, D. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVA, L. M. M.; LIMA JUNIOR, A. R.; COSTA, R. C. L.; ROCHA, I. M. A.; SILVEIRA, J. A. G. Acumulação de íons e metabolismo de N em cajueiro anão em meio salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.125-133, 2007.
- MOURA, P. M. **Uso de biofertilizantes de rochas com enxofre e *Acidithiobacillus* em argissolo Acinzentado do Vale do São Francisco cultivado com melão**. Recife: 2006. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environmental**, v.25, p.239-250, 2002.
- MUNNS, R.; JAMES, R. A.; L'AUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.1025-1043, 2006.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 631-681, 2008.
- NARDI, S.; CONCHERI, G.; PIZZEGHELLO, D.; STURARO, A.; RELLA, R.; PARVOLI, G. Soil organic matter mobilization by root exudates. **Chemosphere**, v.41, p.653-658. 2000.
- NERY, A. R.; SILVA, M. B. R.; RODRIGUES, L. N.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; VIEGAS, R. A. Taxas de crescimento do pinhão manso cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. In: Workshop Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, 2007. Recife. Convivência em Busca da Sustentabilidade: **Anais...** Recife-PE: UFRPE/UFCG. 2007. 4 p.
- NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, G. J.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll *a* fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, p.199-209, 2005.
- NEVES A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA, F. L. B. Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.4, p.569-574, 2008.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.
- NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; MURAISHI, R.; RIBEIRO, A. G.; FREDDI, O. S. Quantificação de macronutrientes no solo e em folhas de cana-de-açúcar em função de doses de resíduo da mineração de bauxita. **Engenharia Agrícola**. v.30, n.1, p.168-178, 2010.
- NOBRE, C. A.; OYAMA, M. D.; OLIVEIRA, G. S.; MARENGO, J. A.; SALATI, E. **Impact of climate change scenarios for 2100 on the biomes of South América**. First International CLIVAR Conference, Baltimore, USA, p.21-25, 2004.
- NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. S.; BEZERRA, I. L.; GURGEL, M. T. Germinação e formação de mudas enxertadas de graviola sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1365-1371, 2003.
- NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C.; MALHEIROS, E. B. Propagação vegetativa do maracujazeiro-conquista de novas adesões. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. p.340-358.
- NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.2, p.475-483, 2006.
- NOLLA, A.; ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A.; SILVA, M. A. G. Acidez potencial determinada pelo acetato de cálcio e pelo índice SMP em solos com diferentes condições de acidez no sistema plantio direto. **Cultivando o saber**. v.2, n.3, p.164-173, 2009.

- NUNES, W. A. G. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; RUIZ, H. A.; BEIRIGO, R. M.; BONCOMPANI, A. L. P. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do Rio Gorutuba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.227-236, 2008.
- OLIVEIRA, E. M. **Obtenção de vermicomposto no cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e seus efeitos sobre as características físicas, químicas e microbiológicas em latossolos vermelho amarelo**. Areia: 1998, 63f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. C. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'Jade' irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n.1, p.45-52, 2007.
- OLIVEIRA, H. V.; BEZERRA NETO, F.; AZEVEDO, C. M. S. B. A.; LIMA, C. B.; GURGEL, G. C. S. Alterações nas características químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo irrigado com efluente de piscicultura, em ambiente protegido. **Revista Agro@mbiente**, v.3, n.1, p.9-14, 2009.
- OLIVEIRA, I. P.; ESTRELA, M.F.C. Biofertilizante animal: potencial de uso. In: ENCONTRO DE TÉCNICAS EM BIODIGESTORES DO SISTEMA EMBRAPA, 2., 1983, Goiânia, **Resumos...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 16.
- OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J.A.A.; ESTRELA, M. F. C.; DAL'ACQUA, F.M.; PACHECO FILHO, O. **Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. 1986. 24 p. (Circular técnica).
- OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. cap.1, p.1-35.
- PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo: escoamento à superfície**. São Paulo: Wanderley da Silva Paganini, fundo Editorial da AESA BESP. 1997.
- PALIWAL, K. V.; GHANDHI, A. P. Effect of salinity, SAR, Ca:Mg ratio in irrigation water and soil texture on the predictability of exchangeable sodium percentage. **Soil Science**, v.122, n.2, p.85-90, 1976.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B.; MITTRA, B. Effects of salt on growth, ion accumulation photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. **Trees - Structure and Function**, v.18, p.167-174, 2004.
- PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 163-176, 2011.
- PEREIRA JÚNIOR, L. R.; GAMA, J. S. N.; MEDEIROS, R. F. **Biodigestores: forma eficiente de aproveitamento dos resíduos**. João Pessoa. Sal da Terra, 2010, 102 p.
- PEREIRA, K. S. N. **Tolerância varietal da goiabeira à salinidade da água de irrigação durante a germinação e produção de mudas**. Areia: 2000. 82f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- PEREIRA, K. S. N.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, G. F.; GONDIM, S. C. Goiabeira e a salinidade. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 37-54.

- PESSOA, L. G. M. **Desenvolvimento de cebola e atributos químicos de dois Neossolos Flúvicos irrigados com águas salinas**. Recife: 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- PIAMONTE, P. R. **Rendimento, qualidade e conservação pós-colheita de cenoura (*Daucus carota* L.) sob adubação mineral, orgânica e biodinâmica**. 1996. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; FERREIRA, A. C. C.; MARTINS, A. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H. Custo de produção e rentabilidade do maracujazeiro no mercado agroindustrial da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.397-407, 2009.
- PINTO, J. M.; GAVAL, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVAS, A. F.; RESENDE, G. M. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.280- 286, 2008.
- PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. DA R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.32, p.1997-2005, 2008.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Agrícola Española, 1985. 521p.
- PIZAURO JUNIOR, J. M.; MELO, W. J. Influência da incorporação da parte aérea de sorgo ou lablabe nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.19, p.95-103, 1995.
- PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, v.24, p.29-96, 1972.
- PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; MATOS, J. de A., de; SOUZA, E. R.; SOUSA NETO, E. R. Crescimento do meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.334-341, 2006.
- PRADO, R. M.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M.; BRAGHIROLI, L. F. Efeitos da aplicação de calcário no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.145-149, 2004.
- PRADO, R. M.; NATALE, W.; ROZANE, D. E.; Níveis críticos de boro no solo e na planta para cultivo de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.305-309, 2006.
- PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. “MB – 4”. **Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica**. Campinas – SP: SAA/ Coordenadoria de defesa Agropecuária. 2001. Folder.
- PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.143-160.
- QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. (ed): **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. p.69-112.

- RAO, G.G.; RAO, G.R. Pigment composition & chlorophyllase activity in pigeon pea (*Cajanus indicus* Spreng) & Gingelly (*Sesamum indicum* L.) under NaCl salinity. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.19, p.768-770, 1981.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. 2001. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 906p.
- REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.219-228, 2009.
- RENGASAMY, P. World salinization with emphasis on Australia. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.5, p.1017-1023, 2006.
- RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142. Agronomy, 30.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010. p.11-19.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos**. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- ROCHA, M. C.; CARMO, M. G. F.; POLIDORO, J. C.; SILVA, D. A. G.; FERNANDES, M. C. A. Características de frutos de pimentão pulverizados com produtos de ação bactericida. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.185-189, 2006.
- RODDA, M. R. C.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R.; ZANDONADI, D. B.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto: II - Efeito da fonte de vermicomposto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.30, n.4, p.657-664, 2006.
- RODOLFO JÚNIOR, F. **Emergência e comportamento vegetativo do tomateiro em solo irrigado com água salina e biofertilizante bovino**. Areia: 2005. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- RODOLFO JÚNIOR, F. **Respostas do maracujazeiro amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. Areia: 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- RODOLFO JÚNIOR, F.; BRUNO, G. B. ; BRUNO, R. L. A. ; CAVALCANTE, L. F. ; LIMA, A. R. Influência da salinidade da água de irrigação e biofertilizante bovino sobre a produção de massa seca do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 45, 2005, **Anais...** Fortaleza. Horticultura Brasileira. Brasília: Associação Brasileira de Horticultura. v. 23. CD-ROM

- RODOLFO JÚNIOR, F.; CAVALCANTE, L.F.; BURITI, E. de S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 134-145, 2009.
- RODRIGUES, A. C. **Biofertilizante supermagro: efeitos no crescimento, produção, qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e na fertilidade do solo**. Areia: 2007. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro. **Magistra**, v.20, p.264-272, 2008.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.117-124, 2009a.
- RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; CAMPOS, V. B.; DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, Í. H. L. Biofertilizante supermagro e potássio na fertilidade do solo cultivado com maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, p.76-84, 2009b.
- ROEL, A. R.; LEONEL, L. A. K. ; FAVARO, S. P.; ZATARIM, M.; MOMESSO, C. M. V.; SOARES, M. V. Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em Campo Grande, MS. **Scientia Agraria**, v.8, n.3, p.325-329, 2007.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C. de; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1996. 64p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 19).
- RUSSO, D.; BRESLER, E. Soil hydraulics properties as stochastic processes: I. An analysis of field spatial variability. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, n.4, p. 682-687, 1981.
- SÁ, J. R. **Níveis de salinidade da água sobre o comportamento do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) cultivado em recipientes de polietileno**. Areia: 1999. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- SANCHEZ, D. H.; SIAHPOOSH, M. R.; ROESSNER, U.; UDVARDI, M.; KOPKA, J. Plant metabolomics reveals conserved and divergent metabolic responses to salinity. **Physiologia Plantarum**, v.132, n.2, p.209-219, 2008.
- SANTANA, J. A. C.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência Agrotecnológica**, v.31, n.5, p.1470-1476, 2007.
- SANTANA, M. J. CARVALHO, J. A.; SILVA, É. L.; MIGUEL, D. S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.2, p.443-450, 2003.
- SANTOS, A. C.; AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: Imprensa Universitária/UFRJ. 1996. 35p.
- SANTOS, C. J. O.; CAVALCANTE, L. F.; HOLANDA, J. S.; ALVES, M. C.; LIMA, E. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; ARAÚJO, J. E.; SANTOS, J. B. Desenvolvimento

- vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo em solo tratado com calcário, gesso agrícola, potássio e irrigado com água salina. **Anais do CPG em Manejo de Solo e Água**, Areia, v. 23, p. 43-62. 2001.
- SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro-amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida**. Areia: 2004. 74f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e da Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREBAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro:Embrapa Solos. 2006. 306p.
- SANTOS, J. G. R. dos. **Desenvolvimento e produção da bananeira nanica sob diferentes níveis de salinidade e lâmina de água**. Campina Grande: UFCG, 1997.173p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, K. C. F. **Atividade biológica e bioprospecção de bactérias associadas à *Atriplex nummularia* em solo salino sódico no agreste de Pernambuco**. Recife: 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- SANTOS, M. A.; FERRAZ, S.; MUCHOVEJ, J. J.. Evaluation of 20 species of fungi from Brazil for the biocontrol of *Meloidogyne incognita* race 3. **Nematropica**, v.22, p.183-192, 1992.
- SANTOS, O. S. (Ed.). **Hidroponia da alface**. 1 ed. Santa Maria: UFSM/Pró-Reitoria de Extensão, 2000.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.
- SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M. Interação salinidade-fertilidade do solo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal. 2010, p.221-252.
- SANTOS, R. V.; HERNANDEZ, F. F. F. Recuperação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIRÓZ, J.E. ; MEDEIROS, J.F. (ed.), **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.319-355.
- SANTOS, R. V.; MURAOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 9, p.288-317.
- SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. M.; ANGEL, D. N.; SOUZA, I. V. B; BOMFIM, M. P. **Maracujá: práticas de cultivo e comercialização**. Vitória da Conquista: UESB, 2000. 79p.
- SAS INSTITUTE. **SAS 9.2 User's guide**. 2 ed., Cary, NC, USA. 2010. 2188p.
- SHANNON, M. C.; FRANCOIS, L. E. Salt tolerance of three muskmelon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n.103, v.1, p.127-130, 1978.
- SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI. BLANCO, F. F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p.354-359, 2008.

- SILVA FILHO, A. V.; SILVA, M. I. V. Uso de ácidos orgânicos na agricultura. In: SEMINÁRIO CODA DE NUTRI-ÇÃO VEGETAL, 1, 2002. **Anais...** Petrolina, 2002.
- SILVA FILHO, G. N.; VIDOR, C. Solubilização de fosfatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.24, n.02, p.311-329, 2000.
- SILVA JÚNIOR, J. M. T. da; TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; GOMES, V. F. F. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.378-382, 2009.
- SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.383-389, 2011.
- SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILVA, M. S. L.; MATOS, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizante líquido**. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 30).
- SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Piracicaba: 2002. 136f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Estadual de São Paulo.
- SILVA, F. A. M.; NOGUEIRA, F. D.; RIBEIRO, L. L.; GODINHO, A.; GUIMARÃES, P. T. G. Exsudação de ácidos orgânicos em rizosfera de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.193-196, 2001.
- SILVA, F. A. M.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; GODINHO, A.; MALTA, M. R. Determinação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular na rizosfera de cafeeiro por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Ciências Agrotécnicas**. Edição Especial, p.1391-1395, 2002.
- SILVA, J. T. A.; SILVA, I. P.; MOURA NETO, A.; COSTA, É. L. Aplicação de potássio, magnésio e cálcio em mudas de bananeira 'Prata-anã' (AAB). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, n.3, p.782-786, 2008.
- SILVA, M. B. R.; VIÉGAS, R. A.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, S. A. R. Estresse salino em plantas da espécie florestal sabiá. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v.10, n.30, p.120-127, 2009a.
- SILVA, M. G.; A. R. F. O.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S. Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. **Scientia Agricola**, v.61, n.3, p.307-312, 2004.
- SILVA, M. R. M. **Viabilidade de uso de vinhaça na recuperação de um solo salino sódico**. Areia: UFPB, 2004. 72p.. Dissertação de Mestrado em Manejo de Solo e Água.
- SILVA, P. S. V. **Desenvolvimento do maracujazeiro-azedo em substrato envasado e aplicação de biofertilizantes bovino**. Areia: UFPB, 2003. 24p. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia.
- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCTSal, 2010. p.161-180.

- SILVEIRA, J. A. G.; VIÉGAS, R. A.; ROCHA, I.M.A.; MOREIRA, A.C.O.M.; MOREIRA, R.A.; OLIVEIRA, J.T.A. Proline accumulation and glutamine sintetase activity are increased by salt induced proteolysis in cashew leaves. **Journal of Plant Physiology**, v.160, n.1, p.115-123, 2003.
- SILVEIRA, K. R. da. **Gesso e vinhaça na recuperação de um solo afetado por sódio trocável**. Areia: UFPB, 1997. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia.
- SINGH, A. K.; DUBEY, R. S. Changes in chlorophyll *a* and *b* contents and activities of photosystems 1 and 2 in rice seedlings induced by NaCl. **Photosynthetica**, v.31, p.489-499, 1995.
- SINGH G.; SEKHON, H. S.; SHARMA, P. Effect of irrigation and biofertilizer on water use, nodulation, growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Archives of Agronomy and Soil Science**. v.1, p.1-12, 2011.
- SIQUEIRA, O. J. F.; BORKERT, C. M.; KOCHANN, R. A.; BARTZ, H. R.; RAMOS, M. Resposta do trigo à calagem, cultivado em sucessão com soja, em solos ácidos com diferentes teores de alumínio trocável em altos níveis de fertilidade. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE TRIGO, 7., Passo Fundo, 1975. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1975. p.18-50.4.
- SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.2, p.151-156, 2008.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; VIANA, S. B. A.; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D. Water salinity and initial development of yellow passion fruit. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.491-497, 2002.
- SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; GRAF, C. C. D.; ZANETTI, M.; ZOCCHI, S. S. Produção de mudas cítricas utilizando águas salinas. **Irriga**. v.11, n.1, p.78-89, 2006.
- SONCELA, R.; SAMPAIO, S. C.; VILAS BOAS, M. A.; TAVARES, M. H. F.; SOUZA, C. F.; SONCELA, A. S. Condutividade elétrica de solo irrigado com água residuária de suinocultura estimada por reflectometria no domínio do tempo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.35, n.4, p.1293-1300, 2011.
- SOUSA, G. B. DE; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. M. DO. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para a formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v.21, p.172-180, 2008.
- SOUSA, G. B.; MENEZES JÚNIOR, J. C.; MESQUITA, E. F.; ARAÚJO, F. A. R.; CAVALCANTE, L. F. Biofertilizante no solo e estado nutricional do mamoeiro baixinho de Santa Amália. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e Resumos...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006.
- SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A. Produtividade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio via fertirrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.497-504, 2003.
- SOUZA, J. L. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 41, 2000, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: SOB, 2000, p.828-829, 2000.

- SOUZA, M. R. **Comportamento do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) **submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação**. Lavras: UFLA, 1995. 94p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola.
- SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.30, p.975-983, 2006.
- STANFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S.; STANFORD, W. P. J.; DIAS, S. L. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alterantiva de caupi em solo com baixo P disponível. **Revista Analytica**, n.9, p.48-53. 2004.
- STEVENSON, F. J. **Cycles of soil**: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: John Wiley & Sons, 1985. p.167-78
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. 496p.
- STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748-755, 2005.
- SUDEMA - SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINITRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Atualização do diagnostico florestal do estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 268 p., 2004. 40 mapas.
- SULTANA, N.; KEDA, T.; KASHEM, M. A. Effect of seawater on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Photosynthetica**, v.40, n.1, p.115-119, 2002.
- SZTERN, D.; PRAVIA, M. A. **Manual para la elaboración de compot bases coseptuales y porcedimientos**. Montevideo: Organización Panamericana de la Salud, 1999. 67p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed., Porto Alegre: ARTMED. 2008. 820p.
- TANJI, K. K. **Salinity, drainage and trace elements problems in California's San Joaquin Valley West Side**, In: FOSTER, K. (ed.). Proceedings, Collaborative Research and Development Applications for Arid Lands, Santa Barbara: Engineering Foundation Conferences, v.2, p.125-133, 1991.
- TÁVORA, F. J. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.02, p.441-446, 2001.
- TAWFIK, M. M.; LATEEF, E. M. A. E. A.; BAHR, A.; HOZAYEN, M. Prospect of biofertilizer inoculation for increasing saline irrigation efficiency. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, n.7, v.2, p. 182-189, 2011.
- TEDESCHI, A.; DELL' AQUILLA, R. Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. **Agricultural Water Management**. v.77, p.308-322, 2005.
- TEERARAK, M.; BHINIJA, K.; THITAVASANTA, S.; LAOSINWATTANA, C. The impact of sodium chloride on root growth, cell division, and interphase silver-stained nucleolar organizer regions (AgNORs) in root tip cells of *Allium cepa* L. **Scientia Horticulturae**. v.121, n.2, p.228-232, 2009.
- TERRY, E.; TERÁN, Z.; MARTINEZ-VIEIRA, R.; PINO, M. Biofertilizantes, uma alternativa promissora para la producción hortícola em organopónicos. **Cultivos Tropicales**, v.23, p.43-46, 2002.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

- TIMOTHY, J. F.; TIMOTHY, D. C. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, v.19, n.179, p.945-963, 2008.
- TRATCH, R.; BETTIOL, W. Efeito de biofertilizantes sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.11, p.1131-1139, 1997.
- ULMER, T.; MACDOUGAL, J. M. **Passiflora passionflowers of the world**. Portland: Timber Press, 2004. 430p.
- ULZURRUN, M. D. D. **Salinidad e alcalinidad del suelo em relación com el riego de drenaje**. In: V Máster internacional de riego y drenaje. Madrid: Centermapya, 161p. 2000.
- VARGAS, A. M. **El Biol**: Fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Programa Especial de energías. Cochabamba: UMSS-GTZ. 1990. 79 p.
- VAN HOORN, J. W.; VAN ALPHEN, J. G. Salinity control. In: RITZEMA, H. P. (ed.). **Drainage principles and applications**. 2. ed. cap.15, Wageningen: ILRI, 1994. p.533-600. (ILRI Publication, 16).
- VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant & Soil**, v.255, n.2, p.571-586, 2003.
- VIANNA-SILVA, T.; RESENDE, E.D. DE; VIANA, A. P.; PEREIRA, S. M. DE F.; CARLOS, L. DE A.; VITORAZI, L. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.545-550, 2008.
- VIEIRA, M. da S.; SANTOS, A. F.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; SILVA, G. B.; OLIVEIRA, W. M.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Água salina e biofertilizante bovino no comportamento vegetativo da goiabeira cultivar Paluma. In: Workshop Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, 2007, Recife, **Anais...** Recife: UFRPE/UFCG, 2007. CD Rom.
- WALTER, H. **The adaptation of plants to saline soils**. In: Conference of salinity problems in the arid zone, Teheran, 1961. Proceeding. Teheran: UNESCO, 1961 p. 129-134.
- WERNER, J. E.; FINKELSTEIN, R. R. Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. **Physiologia Plantarum**, v.93, p.659-666, 1995.
- WEST, D. W. Stress physiology in trees-salinity. **Acta Horticulture**, v.175, p.322-329, 1986.
- WHIPKER, B. E.; BAILEY, D.; NELSON, P. V.; FONTENO, W. C.; HAMMER, P. A. A novel approach to calculate acid additions for alkalinity control in greenhouse irrigation water. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.27, p.959-976. 1996.
- WICHERN, J.; WICHERN, F.; JOERGENSEN, R. G. Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. **Geoderma**, v.137, p.100-108, 2006.
- WIETHÖLTER, S. **Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto**. V Curso de Fertilidade do Solo em Plantio Direto. Guarapuava, Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2002. p.14-53.
- WOLT, J. D. Obtaining soil solution: laboratory methods. In: **Soil solution chemistry: applications to environmental science and agriculture**. New York: John Wiley, 1994. p.95-120.

- WU, S. C.; CAO, Z. H.; LI, Z. G.; CHEUNG, K. C.; WONG, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, v.125, n.1-2, p.155-166, 2005.
- XIONG, L.; ZHU, J. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n.2, p.131-139, 2001.
- XU, H.; VAVILIN, D.; VERMAAS, W. Chlorophyll b can serve as the major pigment in functional photosystem II complexos of cyanobacteria. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.98, n.24, p.14168-14173, 2001.

6. ANEXO

6.1 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à acidez potencial (H + Al), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no substrato do maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios					
		H + Al	MO	P	K	Ca	Mg
Blocos	2	0,101*	3,762 ^{ns}	12,077*	91,899 ^{ns}	0,084 ^{ns}	1,353*
Água (A)	4	0,865**	148,646**	4407,271 ^{ns}	57,730 ^{ns}	1,117 ^{ns}	1,710*
Resíduo A	8	0,021	6,983	1340,718	94,772	1,117	0,275
Bio (B)	3	0,318*	247,458**	1018,597 ^{ns}	28,829 ^{ns}	2,874*	0,581 ^{ns}
A x B	12	0,209*	9,557 ^{ns}	919,433 ^{ns}	93,106 ^{ns}	0,573 ^{ns}	0,361 ^{ns}
Resíduo B	30	0,093	5,094	2116,779	116,513	0,738	0,569
CV A (%)	-	7,60	16,43	14,98	12,26	17,38	27,48
CV B (%)	-	15,93	14,04	13,96	13,60	12,27	33,92

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.2 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente ao sódio (Na), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), percentagem de sódio trocável (PST1 - primeira floração e PST2 - segunda floração) no substrato do maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios					
		Na	SB	CTC	V	PST1	PST2
Blocos	2	2,327 ^{ns}	3,083 ^{ns}	2,136 ^{ns}	15,116 ^{ns}	122,241 ^{ns}	5,465 ^{ns}
Água (A)	4	18,041**	41,874**	54,393**	16,145 ^{ns}	457,118*	63,705*
Resíduo A	8	0,774	1,782	1,834	4,518 ^{ns}	69,763	12,510
Bio (B)	3	5,134**	21,530**	26,945**	11,293 ^{ns}	51,979 ^{ns}	185,010**
A x B	12	6,025**	8,724**	10,940**	9,017 ^{ns}	255,439**	8,451 ^{ns}
Resíduo B	30	0,983	2,969	2,958	16,725	52,884	26,106
CV A (%)	-	23,49	14,50	12,16	12,59	21,57	7,93
CV B (%)	-	26,47	18,71	15,45	14,98	18,78	9,68

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.3 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes1 - primeira floração, CEes2 - segunda floração e CEes3 - ao término do experimento) e do pH do extrato de saturação (pHes1 - primeira floração, pHes2 - segunda floração e pHes3 - ao término do experimento) no substrato do maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios					
		CEes1	CEes2	CEes3	pHes1	pHes2	pHes3
Blocos	2	0,135 ^{ns}	0,136 ^{ns}	79,299 ^{ns}	0,235 ^{ns}	1,597 ^{**}	0,376 ^{ns}
Água (A)	4	31,031 ^{**}	17,038 ^{**}	814,802 [*]	1,941 ^{**}	0,916 ^{**}	0,522 [*]
Resíduo A	8	0,218	2,286	195,385	0,278	0,116	0,092
Bio (B)	3	0,741 [*]	9,014 ^{**}	100,494 ^{ns}	0,653 ^{**}	0,303 ^{ns}	0,389 [*]
A x B	12	0,309 [*]	1,511 ^{ns}	32,936 ^{ns}	0,397 ^{ns}	0,817 [*]	0,216 [*]
Resíduo B	30	0,299	1,244	47,732	0,151	0,265	0,046
CV A (%)	-	22,64	34,08	28,94	27,59	25,38	23,75
CV B (%)	-	24,80	27,77	28,67	25,60	28,15	22,65

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.4 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à taxa de crescimento absoluta da altura (TCAA), taxa de crescimento relativa da altura (TCRA), taxa de crescimento absoluto do diâmetro (TCAD), taxa de crescimento relativo do diâmetro (TCRD) e período de poda da haste principal (PHP) do maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios				
		TCAA	TCRA	TCAD	TCRD	PHP
Blocos	2	0,03102 ^{ns}	0,002284 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	6,805 ^{ns}
Água (A)	4	0,01739 ^{ns}	0,001332 ^{ns}	0,00023 [*]	0,000001 ^{ns}	62,447 [*]
Resíduo A	8	0,02867	0,002109	0,00004	0,000001	14,159
Bio (B)	3	0,00089 ^{ns}	0,000130 ^{ns}	0,00007 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	86,451 ^{**}
A x B	12	0,00932 ^{ns}	0,000818 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	15,151 ^{ns}
Resíduo B	30	0,00979	0,000819	0,00014	0,000001	18,162
CV A (%)	-	8,56	20,23	8,81	10,91	7,58
CV B (%)	-	5,00	12,61	9,02	7,39	8,58

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.5 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à altura das plantas (Alt) diâmetro do caule (Diam), número de ramos produtivos (NRP), número de botões florais (NBF) do maracujazeiro amarelo e a percentagem de umidade no substrato (U)

FV	GL	Quadrados médios				
		Alt	Diam	NRP	NBF	U
Blocos	2	123,84 ^{ns}	15,98426 ^{**}	65,224 ^{ns}	3776,569	18,718 ^{ns}
Água (A)	4	2596,736 ^{ns}	14,98760 ^{**}	8,884 ^{ns}	31870,512 ^{**}	167,358 ^{**}
Resíduo A	8	813,838	0,60148	24,100	2311,814	11,070
Bio (B)	3	606,878 ^{ns}	11,36979 ^{**}	11,236 ^{ns}	19345,367 ^{**}	63,443 ^{**}
A x B	12	409,091 ^{ns}	0,67190 ^{ns}	29,350 ^{ns}	2228,942 [*]	20,318 ^{ns}
Resíduo B	30	1183,433	0,56407	19,045	1059,686	10,185
Tempo (C)	-	173089,166 ^{**}	1049,06644 ^{**}	1297,443 ^{**}	537081,221 ^{**}	2636,639 ^{**}
A x C	-	1117,031 ^{**}	5,88429 ^{**}	3,665 ^{ns}	4214,770 ^{**}	8,576 ^{**}
B x C	-	163,154 ^{ns}	1,34799 ^{**}	4,107 ^{ns}	4048,257 ^{**}	2,976 ^{**}
A x B x C	-	91,897 ^{ns}	0,37202 ^{ns}	4,471 ^{ns}	470,076 ^{**}	1,838 [*]
Resíduo C	-	159,280	0,34088	4,603	689,091	1,227
CV A (%)	-	24,41	7,41	35,32	16,41	25,90
CV B (%)	-	29,43	7,17	31,40	11,11	25,25
CV C (%)	-	10,80	5,58	15,44	8,96	15,30

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.6 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente ao comprimento dos entrenós (CEN) e aos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios				
		CEN	N	P	K	Ca
Blocos	2	8,442*	374,519 ^{ns}	0,0192*	42,335 ^{ns}	2,586 ^{ns}
Água (A)	4	1,892*	298,210 ^{ns}	0,0490*	422,905*	300,077**
Resíduo A	8	0,378	334,888	0,0043	106,634	23,852
Bio (B)	3	0,583 ^{ns}	1248,705*	0,2388**	890,823**	12,865 ^{ns}
A x B	12	0,588 ^{ns}	303,996 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	65,738 ^{ns}	38,159 ^{ns}
Resíduo B	30	0,640	188,907	0,0091	77,277	40,417
CV A (%)	-	7,05	25,38	13,16	30,88	29,38
CV B (%)	-	9,18	28,13	12,53	26,29	28,25

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.7 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente aos teores foliares de magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu) e ferro (Fe) no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios				
		Mg	S	B	Cu	Fe
Blocos	2	0,353 ^{ns}	0,233 ^{ns}	4,803 ^{ns}	29,483 ^{ns}	3775,159 ^{ns}
Água (A)	4	0,710 ^{ns}	0,057 ^{ns}	260,772**	39,855 ^{ns}	2224,817 ^{ns}
Resíduo A	8	2,275	0,098	23,404	43,084	2083,259
Bio (B)	3	0,581 ^{ns}	0,203 ^{ns}	191,043**	7,463 ^{ns}	5193,861 ^{ns}
A x B	12	0,361 ^{ns}	0,139 ^{ns}	66,745 ^{ns}	12,778 ^{ns}	2822,502 ^{ns}
Resíduo B	30	0,569	0,107	36,138	15,617	1931,101
CV A (%)	-	27,48	10,46	13,88	17,46	23,70
CV B (%)	-	33,92	10,93	17,24	14,21	22,45

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.8 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente aos teores foliares de zinco (Zn), manganês (Mn), sódio (Na) e as relações sódio potássio (Na/K), sódio cálcio (Na/Ca) e sódio magnésio (Na/Mg) no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios					
		Zn	Mn	Na	Na/K	Na/Ca	Na/Mg
Blocos	2	836,460 ^{ns}	3,374*	1,714 ^{ns}	0,00265 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,111 ^{ns}
Água (A)	4	1132,296 ^{ns}	1182,814**	2,346*	0,0309**	0,109**	0,260**
Resíduo A	8	1121,518	145,624	0,496	0,00207	0,014	0,081
Bio (B)	3	555,183 ^{ns}	147,551 ^{ns}	1,014 ^{ns}	0,00269 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,137 ^{ns}
A x B	12	372,857 ^{ns}	272,163 ^{ns}	0,773 ^{ns}	0,00363 ^{ns}	0,0224 ^{ns}	0,108 ^{ns}
Resíduo B	30	433,052	147,555	0,717	0,01080	0,0148	0,111
CV A (%)	-	31,13	13,14	22,52	30,67	40,84	36,97
CV B (%)	-	24,20	13,23	27,07	37,33	41,04	35,71

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.9 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente aos teores foliares de clorofila *a* (Cla), clorofila *b* (Clb), clorofila total (CIT), razão entre a clorofila *a* e *b* (RClab) e carotenóides (Carot) no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios				
		Cla	Clb	CIT	RClab	Carot
Blocos	2	0,0123 ^{ns}	0,00381 ^{ns}	0,0297 ^{ns}	0,0094 ^{ns}	0,00507 ^{ns}
Água (A)	4	0,8550**	0,07032**	1,367**	0,8107**	0,00227 ^{ns}
Resíduo A	8	0,0736	0,00862	0,148	0,1037	0,01077
Bio (B)	3	0,0774 ^{ns}	0,01182 ^{ns}	0,114 ^{ns}	0,8083 ^{ns}	0,01521 ^{ns}
A x B	12	0,0758 ^{ns}	0,01045 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,7605 ^{ns}	0,01137 ^{ns}
Resíduo B	30	0,0604	0,00647	0,086	0,3935	0,00925
CV A (%)	-	25,01	30,62	25,19	22,31	23,13
CV B (%)	-	22,65	18,04	19,18	25,40	20,70

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.10 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à massa do fruto (MF1 - primeira produção e MF2 - segunda produção), número de fruto (NF1 - primeira produção e NF2 - segunda produção) e produção por planta (Prod1 - primeira produção e Prod2 - segunda produção) no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios					
		MF1	MF2	NF1	NF2	Prod1	Prod2
Blocos	2	374,656 ^{ns}	77,144 ^{ns}	1,451*	312,982 ^{ns}	2436,039 ^{ns}	6298,774 ^{ns}
Água (A)	4	4774,131**	5502,681**	899,639**	638,996*	35393,651**	69948,856**
Resíduo A	8	393,094	819,013	90,119	133,499	4205,668	7180,651
Bio (B)	3	5776,356 ^{ns}	7628,194 ^{ns}	46,374 ^{ns}	136,742 ^{ns}	9831,852 ^{ns}	51365,238**
A x B	12	398,938**	942,342**	198,720 ^{ns}	68,677 ^{ns}	2867,077*	12160,260*
Resíduo B	30	417,563	613,175	199,191	107,68	2432,376	4736,203
CV A (%)	-	12,10	16,35	16,99	12,55	25,35	16,69
CV B (%)	-	12,47	14,14	25,26	11,27	19,28	13,56

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.11 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca dos ramos laterais (BSRL) e a biomassa seca dos ramos produtivos (BSRO) no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios			
		BSR	BSC	BSRL	BSRP
Blocos	2	711,98 ^{ns}	1601,49 ^{ns}	980,60 ^{ns}	653,86 ^{ns}
Água (A)	4	28461,56**	12770,29**	11231,76**	71237,891**
Resíduo A	8	1423,16	789,87	1575,76	7569,05
Bio (B)	3	7185,26 ^{ns}	15060,10**	13525,77**	69851,66**
A x B	12	1221,42 ^{ns}	656,88 ^{ns}	2644,61 ^{ns}	22176,79 ^{ns}
Resíduo B	30	3148,48	2132,93	2158,77	13399,41
CV A (%)	-	24,56	11,28	20,19	17,18
CV B (%)	-	31,40	18,54	23,63	22,86

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação

6.12 Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à biomassa seca foliar (BSF), diâmetro radicular (DR) e diâmetro caulinar (DC) do no maracujazeiro amarelo

FV	GL	Quadrados médios		
		BSF	DR	DC
Blocos	2	6259,27 ^{ns}	4,82 ^{ns}	4,08 ^{ns}
Água (A)	4	262691,84*	283,36*	70,62**
Resíduo A	8	42165,13	46,10	3,94
Bio (B)	3	172411,81**	125,31**	80,36**
A x B	12	21204,16 ^{ns}	28,48*	49,32**
Resíduo B	30	30514,14	13,13	17,19
CV A (%)	-	32,70	21,79	7,81
CV B (%)	-	26,32	11,63	16,30

FV = fonte de variação; ns = não significativo; * e ** significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação